Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»
Белорусский национальный технический университет
Донецкий национальный технический университет
Правительство Тульской области
Российская академия архитектуры и строительных наук

19-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики

«СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭНЕРГЕТИКИ»

Тула – Минск – Донецк
9-10 Ноября 2023

Материалы конференции

Под общей редакцией
доктора техн. наук, проф. Р.А. Ковалева

Тула
Издательство ТулГУ
2023

УДК 622:001.12/18:504.062(1/9);620.9+502.7+614.87
ББК 18+26.1(2)+31.3+33+38.1(6)
С 69

19-я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики»: материалы конференции. Тула: Изд-во ТулГУ, 2023, 556 с.

ISBN 978-5-7679-5331-8

Представлены материалы научных исследований по эффективным технологиям в области геоэкологии, по геотехнологиям, мониторингу природно-техногенной среды, технологиям переработки и хранения отходов производства, экономике природопользования, механике материалов и строительных конструкций; технологиям и экологическим проблемам строительных материалов; эксплуатации, обследованию и усилению строительных конструкций; архитектуре и архитектурному проектированию; технологии, организации, управлению и экономике строительного производства; энергетике, энергосбережению, электрооборудованию и электроснабжению; теплогазоснабжению, санитарно-техническим системам и оборудованию.

Предложены способы оценки, прогнозирования и контроля техногенного загрязнения окружающей среды. Обсуждаются вопросы безопасности подземных горных работ, а также проблема управления риском потенциально опасной деятельности.

Сборник предназначен для научных, инженерно-технических работников и студентов, изучающих проблемы создания системы научных знаний и их эффективного практического применения при решении социально-экономических и экологических задач в горной промышленности, строительстве и энергетике.

Организационный комитет благодарит ученых, специалистов и руководителей производств, принявших участие в работе конференции, и надеется, что обмен информацией был полезным для решения актуальных задач в области фундаментальных и прикладных научных исследований, производственной деятельности и в образовательной сфере.

ISBN 978-5-7679-5331-8

© Авторы материалов, 2023
© Издательство ТулГУ, 2023

Tula State University
Donetsk national technical university
Belarusian national technical university

The Government of the Tula region
Russian Academy of Architecture and Building Sciences
Scientific-educational centre of geoengineering,
building mechanics and materials

The 19-st International Conference on the Mining Industry, Building and Energetic Problems

«SOCIO-ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE MINING INDUSTRY, BUILDING AND ENERGETICS»

Tula – Minsk – Donetsk
9-10 November 2023

Materials of the Conference

Under the editorship of Doctor of Science,
Professor Roman A. Kovalev

Tula State University
2023

UDK 622:001.12/18:504.062(1/9);620.9+502.7+614.87

The 18-st International Conference on the Problems of the Mining Industry, Building and Energetic «Socio-economic and Environmental Problems of the Mining Industry, Building and Energetic»: conference materials. Tula, Tula State University, 2023, 556 p.

ISBN 978-5-7679-5331-8

There is information about scientific research by effective technologies at the environmental protection area, geotechnologies, monitoring natural and man-caused environment, reprocessing and storage industrial wastes technologies, nature management economics, mechanics of materials and building constructions; technological and environmental problems of building materials; exploitation, inspection and strengthening the building constructions; architecture and architectural designing; technology, organizing, management, and economics of building industrial; energetics, energy-saving, electrical equipments and electric power supply; heat and gas supply, sanitary-technological systems and equipment in the collection of papers.

Methods of estimating, forecasting and man-caused controlling of environmental polluting were proposed. Underground mining safety and the problem of management by potential dangerous activity risk are discussed.

The collection of papers is meant for scientists, engineers and students, which studying problems of creating scientific knowledge system and their effective practical using for solving socio-economic and environmental problems at the mining industry, building and energetics.

Organizational committee thanks the scientists, specialists and chiefs of enterprises taking part in working the Conference and hopes for that the information changing has been useful for solving topical problems at the fundamental and applied scientific researches area, practical business activity and education sphere.

ISBN 978-5-7679-5331-8

© Authors of materials, 2023
© Tula State University, 2023

Алексею Викторовичу Щусеву - 150 лет

8 октября исполнилось 150 лет со дня рождения архитектора Алексея Щусева, автора мавзолея Ленина, зданий Казанского железнодорожного вокзала, гостиницы "Москва", создателя и директора первого в мировой истории специализированного Музея архитектуры.

Игорь Грабарь небезосновательно называл Алексея Викторовича "зодчим-поэтом".

Алексей Викторович Щусев появился на свет 8 октября 1873 года в Кишиневе. Его отец, Виктор Петрович, служил смотрителем кишиневской больницы и к моменту рождения третьего сына - Алексея - вышел в отставку. Мать - Мария Корнеевна - занималась воспитанием детей, это она привила молодому Алексею любовь к чтению, наукам,

изобразительному искусству. А еще - к музыке: в семье любили петь, и на протяжении всей своей жизни Щусев играл на гитаре. Сверстники шутливо дразнили его бессарабским конокрадом - очень уж сильно любил цыганские песни. Семья Щусевых жила в небольшом беленом доме, окруженном садом. Она была небогатой, но счастливой. Здесь царили взаимопонимание, доверие и любовь.

Мария Корнеевна и Виктор Петрович Щусев с детьми

Способности к рисованию проявились у Алексея довольно рано. Мать поощряла его увлечения, так что к 15 годам юноша точно знал, кем он будет. Нет, не художником. Его привлекало нечто гораздо более основательное, монументальное. Он решил стать архитектором. Родители одобрили решение сына и обязательно поддерживали бы его во время учебы, но в 1889 году оба ушли из жизни. Серым февральским вечером умер Виктор Петрович. Супруга пережила его всего на один день. Дружная прежде семья распалась мгновенно. Дом продали, наследство поделили поровну. А после молодые люди отправились искать счастье, каждый свое.

Алексею было 15 лет. Случившееся могло бы сломать его, если бы не смысл всей его жизни – архитектура. Уже тогда искусство владело им целиком и полностью. В 1891 году он окончил гимназию в Кишиневе и отправился в Санкт-Петербург. Юноша собирался посту-

пать в Высшее художественное училище при Академии художеств. В столицу Алексей прибыл за два месяца до вступительных испытаний. И сразу обнаружил, что не готов. Работы, которые дома казались ему образцом мастерства, здесь не стали бы и смотреть.

Тут было от чего прийти в отчаяние, сдаться. Только Алексею отступать было некуда, некуда было и возвращаться. Денег у него хватало только на обучение и на первые несколько месяцев жизни в Петербурге, и то, если на всем экономить. Он надеялся найти подработку, а пока снял комнатку и два месяца днем и ночью рисовал, чертил, писал красками.

Он поступил в числе первых. Во время учебы был одним из лучших на курсе по всем предметам. Сам взыскательный Илья Ефимович Репин хвалил Щусева, называл его лучшим рисовальщиком среди архитекторов. А у юноши просто не было другой возможности обратить на себя внимание. Ни связей, ни средств, ни поддержки родных – он всего должен был добиваться сам. И у него это получалось.

В 1895 году Щусеву выпадает редкая возможность присоединиться к экспедиции Императорской археологической комиссии под руководством востоковеда Николая Веселовского, и он отправляется в Среднюю Азию. По собственному признанию Щусева, эта поездка привила ему любовь к архитектуре Востока, сохранившуюся на всю жизнь. Молодой архитектор лично занимался измерением главных ворот мавзолея легендарного полководца Тамерлана, датируемого XV веком.

В 1896 году Щусев активно разъезжает по старинным русским городам: на его пути - Нижний Новгород, Ярославль, Кострома, Ростов. Он изучает древнейшие памятники национального зодчества - монастыри, соборы, крепости. За свой счет он также совершает первую заграничную поездку по Румынии, Боснии, Герцеговине и Австро-Венгрии. Близкое знакомство с национальной храмовой архитектурой позволит Алексею Викторовичу успешно выполнить свой первый заказ - спроектировать часовенку в византийском стиле для надгробия тайного советника Дмитрия Павловича Шубина-Поздеева.

В 1897 году он выпускается с Большой золотой медалью, которая давала право на заграничную поездку за казенный счет. Прежде чем отправиться в Европу, он побывал в Бухарском и Хорезмском ханствах (нынешний Узбекистан). В составе археологической экспедиции обмерял Гур-Эмир, гробницу Тамерлана и соборную мечеть Биби-Ханым. Кроме этого, зарисовывал орнаменты не только для архивов, но и для себя. Ему необходимо было понять национальную специфику построек, прочувствовать их ритм и звучание. Потом, в Тунисе, Тур-

ции, Австрии, Италии, Франции, Бельгии он будет делать то же самое – срисовывать и «проживать» особенности архитектуры. Проникать в замыслы творцов, которые их возводили. Знакомиться со зданиями в деталях и схватывать общий дух, чтобы потом воплощать в своих сооружениях. Он хотел не слепо копировать, но создавать свое, опираясь на опыт предыдущих веков.

А. Щусев с женой Марией Викентьевной и сыном Петром

Перед тем как отправиться за границу, он вернулся в родной город, в Кишинев, чтобы жениться на сестре своего гимназического товарища, Марии Карчевской. Таким образом, он «соединил приятное с полезным» и превратил учебную поездку в свадебное путешествие. Брак оказался счастливым, в нем родилось четверо детей. Молодая супруга сразу взяла на себя все бытовые заботы, позволив Алексею Викторовичу полностью посвятить себя творчеству. Через год молодые вернулись в Санкт-Петербург. Щусев мог бы устроиться в одну из архитектурных мастерских, но он не хотел становиться подмастерьем. Молодой человек был уверен в своем таланте и своих силах. Теперь оставалось убедить в этом остальных.

Первый крупный заказ - от Святейшего синода на создание иконостаса "Великой церкви" Киево-Печерской лавры - достался ему в 1900 году почти случайно: проект прошлого архитектора был отклонен, и кандидатуру Щусева выдвинул его друг и бывший наставник, профессор Котов. При выполнении заказа архитектор обратился к византийскому опыту создания алтарных преград. Новый иконостас заказчикам понравился настолько, что молодого автора приняли на

службу по ведомству православного исповедания к канцелярии Обер-прокурора Святейшего Синода.

С 1901 года на этом этапе творческого пути Щусева его основным "профилем" будут религиозные постройки - за первое десятилетие XX века Алексей Викторович станет настоящим мастером храмового зодчества.

Храм-памятник Сергия Радонежского на Куликовом поле

Первым полностью "щусевским" храмом стала церковь Сергия Радонежского на Куликовом поле (1902-1908 гг.), объединившая в себе народные поэтические мотивы и монументальность мемориала. Постепенно число и серьезность заказов росли: Троицкий собор для Успенской Почаевской лавры, храм Великомученицы Варвары в Михайловском Златоверхом монастыре, церковь в Натальевке, интерьеры Троицкого собора в Сумах и собора Ново-Афонского монастыря. Параллельно архитектор занимается восстановлением Васильевской церкви конца XII века в Овруче и становится первым в стране, кому удается успешно осуществить такую масштабную реставрацию. В 1910 году он по заказу великой княгини Елизаветы Федоровны проек тирует собор для Марфо-Мариинской обители на Ордынке.

Макет Марфо-Мариинской общины.

Незаурядный талант и трудолюбие принесли Щусеву успех: за большие заслуги Алексея Викторовича в 1910 году избрали академиком архитектуры и пожизненным членом совета академии художеств, в 1911 и 1912 годах его награждают орденами Святого Станислава III степени и Святой Анны II степени.

В своих проектах Щусев грамотно использовал опыт мировой архитектуры, но не забывал и о национальном колорите, сотрудничал с самыми разными по стилю мастерами: в разное время с ним трудились Михаил Нестеров, Сергей Коненков, Корин, Кузьма Петров-Водкин, Мстислав Добужинский, Наталья Гончарова и другие. В 1913 году архитектор взял на себя создание русского павильона для XI Венецианской биеннале, а также постройку храма Святителя Николая Чудотворца - русского культурного центра в итальянском Бари. Последним религиозным сооружением Щусева станет пятиглавый храм Спаса Преображения, появившийся зимой 1918 года.

С 1911 года начинается работа Алексея Викторовича - на тот момент уже востребованного и авторитетного архитектора - на Общество Московско-Казанской железной дороги. Здание вокзала закономерно станет для Алексея Щусева первым крупным гражданским проектом и главным в карьере: архитектор посвятит ему 38 лет жизни.

Здание Казанского вокзала

Грандиозное сооружение на Каланчевской площади задумывалось как ворота из Европы в Азию и должно было символически отражать неразрывную связь культур Востока и Запада. Здание одновременно сочетало множество элементов и стилей. Протянувшиеся на 300 метров соединенные корпуса своими фасадами должны были создавать впечатление независимых зданий, делая неповторимым вид вокзала с разных перспектив. В оформлении здания участвовали Александр Бенуа, Борис Кустодиев, Зинаида Серебрякова, Николай Рерих, Иван Билибин, Евгений Лансере. Изначально на возведение вокзала-дворца были отведены три года, но работа сильно затянулась.

Во время Первой мировой войны из-за недостатка рабочих рук и финансирования Щусеву приходилось брать на себя самые разные задачи: обеспечивать сотрудников канцелярией и материалами, вести бухгалтерию, выплачивать жалование из собственного кошелька, бороться с малейшим отступлением от проекта. Неудивительно, что в те годы Щусев прослыл академиком-прорабом. Формальное окончание первого этапа строительства произошло в 1926 году. В 30-40-е вокзал серьезно реконструировали для расширения железнодорожного движения и строительства московского метрополитена. Алексей Викторович продолжал "дирижировать" этим процессом вплоть до самой смерти в 1949 году.

Неподалеку от вокзала в 20-е годы по щусевскому проекту был построен Центральный дом культуры железнодорожников. Его "жемчужные" окна и "брильянтовые" фасадные стекла увековечили в своем произведении писатели Илья Ильф и Евгений Петров.

В 1918 году Алексей Щусев вместе с Иваном Жолтовским начинает работу над проектом генплана столицы. План "Новая Москва" - колоссальное по объему произведение Щусева: город быстро рос, требовал новых магистралей, современных проспектов и кварталов. А еще парковых зон - на озеленении и улучшении экологических показателей столицы Алексей Викторович будет особенно настаивать. При этом, по мнению Щусева, крайне важно было сохранить историческую планировку и сберечь архитектурные памятники.

Проектов у Щусева в послевоенные годы рождается много, но материалов и людей для их реализации зачастую оказывается недостаточно, поэтому многое - в том числе из конструктивистских работ архитектора - так и не было реализовано.

Зимой 1924 года, сразу после смерти Владимира Ильича Ленина архитектора Алексея Щусева выбирают для разработки проекта одного из главных монументов советской страны - сначала временного, а затем постоянного. Высокое поручение сразу же выделило Алексея Викторовича среди коллег - к слову, автором мавзолея могли стать как непревзойденный мастер модерна Федор Шехтель, так и гений-авангардист Константин Мельников.

Задача возвести сперва временное сооружение для церемонии прощания, а затем увековечить память в камне требовала большой ответственности, открывала широкие возможности и ко всему прочему не терпела промедления. Важно было также добиться того, чтобы мавзолей органично вписался в ансамбль Красной площади.

Для сооружения Алексей Викторович выбрал форму зиккурата - ступенчатой пирамиды, известной человечеству со времен зарождения цивилизации. Первый временный мавзолей решено было сделать из дерева, невысоким и с краткой надписью, внутренний зал был обит красной материей. В мае Щусев вновь начинает работу уже над вторым, но пока еще промежуточным вариантом мавзолея.

Наконец, третий и окончательный мавзолей из темно-бордового гранита появился на Красной площади осенью 1930 года. Щусеву в сотрудничестве с архитектором Исидором Французом удалось добиться наибольшей монументальности: были изменены пропорции ступеней, намеренно добавлена асимметрия, исчезли некоторые элементы декора.

Мавзолей В.И. Ленина на Красной площади

На протяжении следующего десятилетия Щусев активно экспериментирует с самыми разными стилями и современными технологиями, участвует в проектных конкурсах для возведения многих воплощенных и нереализованных сооружений эпохи авангарда и последующего времени - Дворца Советов, Дворца труда, Центрального телеграфа, Библиотеки имени Ленина, памятника Колумбу в Сан-Доминго. В 1935 году Алексей Викторович проектирует мост Ататюрка в Стамбуле длиной почти 500 метров, а также придумывает ансамбль Академии наук СССР. Ко многим своим проектам он будет неоднократно возвращаться и позднее.

Из реализованных архитектурных задумок этого периода Щусеву принадлежат, помимо прочего, лаконичные и строгие проекты Большого москворецкого моста, Наркомзема (Коопстрахсоюза), Военно-политической академии в Москве, Института Маркса-Энгельса-Ленина в Тбилиси. Под его руководством во второй проектной мастерской Моссовета были разработаны ансамбли городских набережных - Смоленской и Ростовской, площадей - на улице Горького (бывшей Тверской) и Садовом кольце.

Конкурсный проект Дворца Советов в Москве.

Сложный момент в жизни архитектора связан с историей появления гостиницы "Москва", возведение которой на Охотном ряду началось в 1932 году. Молодые конструктивисты Леонид Савельев и Освальд Стапран, чья работа победила на закрытом конкурсе, не смогли в заявленные сроки переделать авангардный проект в соответствии с новыми требованиями к оформлению интерьера и экстерьера. Под руководством Щусева, которому поручили возглавить работы, в 1934 году был создан итоговый вариант здания.

Позднее разгорелся скандал вокруг авторства. 30 августа 1937 года «Правда» напечатала разгромную статью «Жизнь и деятельность архитектора Щусева». Под письмом стояли фамилии: Л. Савельев, О. Стапран. Дело продолжилось обличениями от коллег и исключением из Союза архитекторов.

Но судьба пощадила Щусева - спустя год опалы претензии Савельева и Стапрана были признаны "несостоятельными". Вопрос авторства был закрыт. После своей реабилитации Алексей Викторович вернулся к проектированию гостиницы.

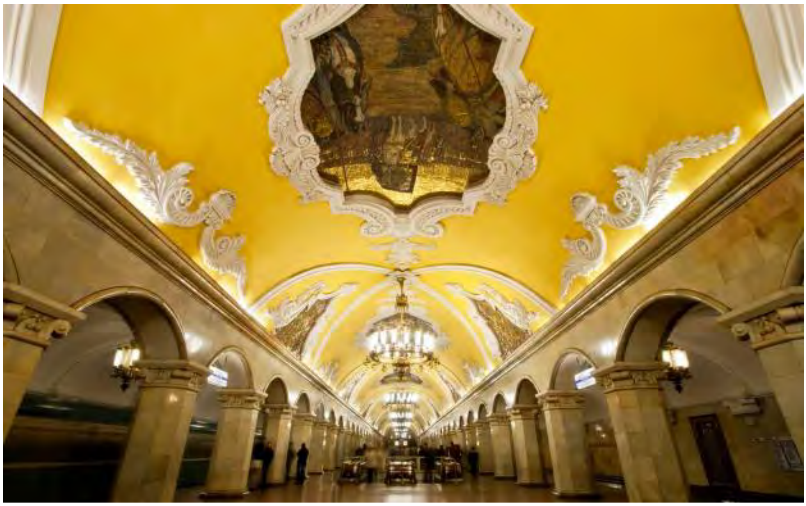
Гостиницы «Москва»

Во время Великой Отечественной войны архитектор руководил созданием бомбоубежищ, занимался вопросами светомаскировки столичных объектов, продолжал строить Казанский вокзал, разрабатывал павильон боевых трофеев в парке Горького. Тогда же Щусев строит станцию метро «Комсомольская» - пожалуй, один из последних громких проектов архитектора, дождавшихся реализации.

Алексей Викторович тратил много сил на реставрацию памятников архитектуры и восстановление разрушенных войной больших и малых советских городов. В 1942 году он создает план восстановления Истры, затем - Сталинграда, Новгорода, Туапсе, Ленинграда, Киева и родного Кишинева. Во второй половине 40-х годов Щусев творит в триумфальном стиле в духе классицизма. Под его руководством появляется здание Государственного театра оперы и балета имени Алишера Навои в Ташкенте, начатое еще до войны. Проект был разработан с учетом сейсмической активности региона, а к оформлению театра Щусев привлек местных мастеров. Главный театр Узбекской республики был торжественно открыт в 1947 году, создатели были удостоены Сталинской премии I степени. Также было реконструировано здание органов госбезопасности на Лубянской площади.

Бесценный опыт музейщика Щусев приобрел в еще 1926-1928 годы, когда Алексей Викторович стал директором Третьяковской галереи. Благодаря его усилиям музей обрел новое здание, была проведена систематизация галерейных фондов, реорганизация экспозицион-

ного пространства, обновлены системы отопления и вентиляции, проведено электричество, были закуплены новые картины.



Станция метро «Комсомольская» Кольцевой линии.

Государственного театра оперы и балета имени Алишера Навои в Ташкенте

Здание органов госбезопасности на Лубянской площади

В 1945 году на улице Коминтерна в Москве году по инициативе Щусева появился первый в мире специализированный Музей архитектуры. Для помещения экспозиции была выбрана бывшая усадьба Талызиных: под руководством Алексея Викторовича дом привели в порядок, переселили жильцов, отреставрировали помещения, сформировали коллекцию экспонатов. С момента смерти Алексея Викторовича Щусева от сердечного приступа 24 мая 1949 года музей носит его имя.

ГЕОТЕХНОЛОГИИ И ГЕОТЕХНИКА

УДК 622.831.1

ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ БЕТОННОЙ КРЕПИ ВЕРТИКАЛЬНОГО СТВОЛА ДЛЯ СОГЛАСОВАНИЯ УЧАСТКОВ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Яцыняк С.Д., Ермолович Е.А.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Описан метод геофизического исследования с применением аппаратурно программного комплекса SIR-3000 (GSSI, США) и обработка и интерпритация полученных данных полевых материалов.

Ключевые слова: георадиолокационное исследование, бетонная крепь, закрепное пространство.

Для максимальной достоверности результатов, геомеханические наблюдения за напряженно-деформированным состоянием и несущей способностью бетонной крепи вертикального ствола необходимо проводить в сочетании с геофизическими исследованиями. Эти наблюдения дают представления о состоянии породного массива, наличия полостей и пустот в закрепном пространстве, а также они необходимы для разработки мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия природных и техногенных факторов на околоствольный массив, поддержания целостности горного массива и выбор способа восстановления бетонной крепи ствола [1].

Обследования бетонной крепи и примыкающего к ней массива пород воздухоподающего ствола (ВПС) рудника «Таймырский», включали в себя работы методом георадиолокационного зондирования.

Для достижения поставленной цели решался следующий ряд задач:

– анализ априорной информации об объекте исследований;

– организационные работы по обеспечению доступа на объект;

– проведение геофизических исследований;

– контроль качества и первичная обработка полученных материалов;

– предварительная интерпретация и предоставление полученных данных.

Измерение геофизических полей осуществлялось с помощью аппаратурно-методических комплексов, отвечающих условиям необходимой точности и помехозащищенности регистрируемых сигналов. Обработка, интерпретация и визуализация полевых материалов производилась с использованием компьютерной программы RadExplorer (ООО «ДЕКО Геофизика», г.Москва). Примененный для проведения георадарных исследований аппаратурно программный комплекс SIR-3000 (GSSI, США) отличается высокой надежностью и качеством исполнения [2].

Георадиолокационные исследования выполнены по поверхности бетонной крепи ствола ВПС с целью изучения состояния бетонной крепи и закрепного пространства. Исследования проведены по четырем профильным линиям (рисунок 1), положение которых соответствовало сторонам света (северной, восточной, южной и западной). Положение по сторонам света обосновано необходимостью хорошего контакта аппаратурного блока (АБ) с бетоном крепи ствола, поэтому местоположение выбиралось из соображений удобства прижима к стене, без вывешивания специалиста за пределы подъемного сосуда (скип).

Профили начинались ниже чугунной тюбинговой крепи с отметки минус 23,4 м. Металлические тюбинги не являются диэлектриками, имеют высокую удельную электропроводность и гасят исходное электромагнитное поле [3,4]. На практике это приводит к невозможности исследования массива, находящегося за металлическими конструкциями. Конец профилей находился выше дозаторных камер на отметке минус 1406 м. Таким образом, общий объем георадарных исследований на ВПС составил 5530,4 пог. м (четыре профиля по 1382,6 м).

Высокопроизводительная одноканальная радарная система обеспечивает непревзойденную скорость сканирования при минимальном уровне шума. Компания GSSI является мировым лидером по производству георадарных систем. Прибор отлично зарекомендовал себя при проведении геофизических исследований при поиске подземных полостей, водоносных горизонтов, определении толщины снега и

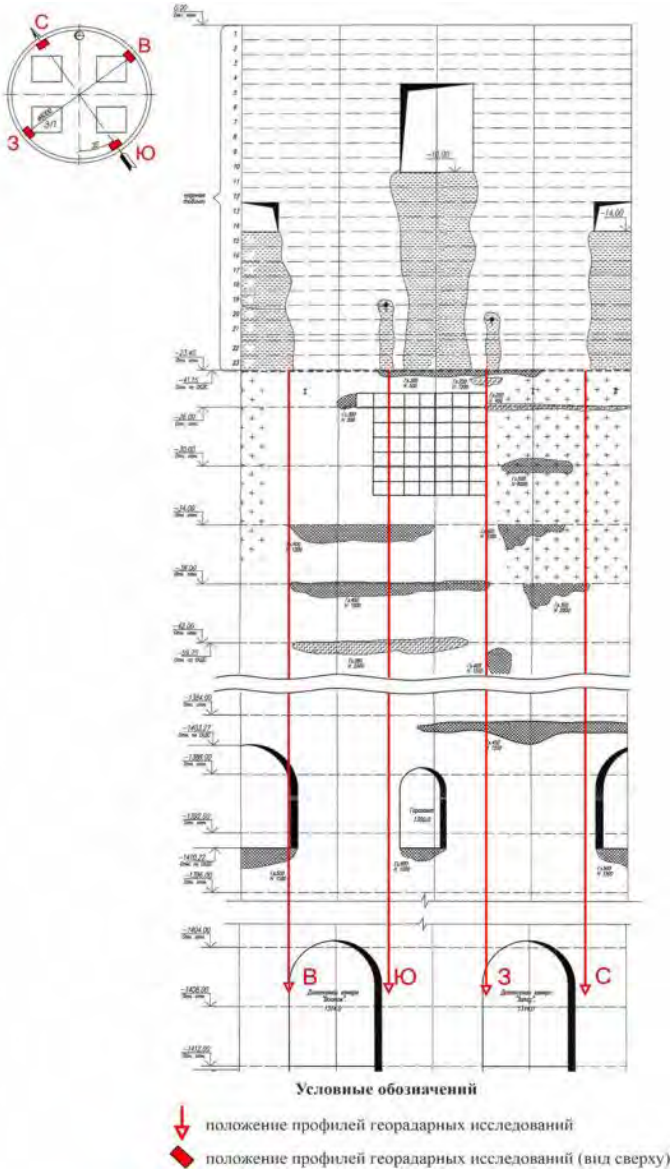


Рис. 1. Схема положения георадарных профилей в шахтном стволе ВПС

льда, обследовании дна водоемов, поиска труб, кабелей и коммуникаций, при структурных задачах с целью картирования границ различных грунтов (глины, торфа, песка), поиска бетонных коммуникаций и конструкций, обследовании мостов и железнодорожных полотен, при контроле за состоянием целиков шахтных выработок и при обследовании крепи шахтных стволов [5]. Измерения проводились при постоянной базе «источник – приемник» с применением экранированных антенн с центральной частотой 400 МГц и 900 МГц (рисунок 2).

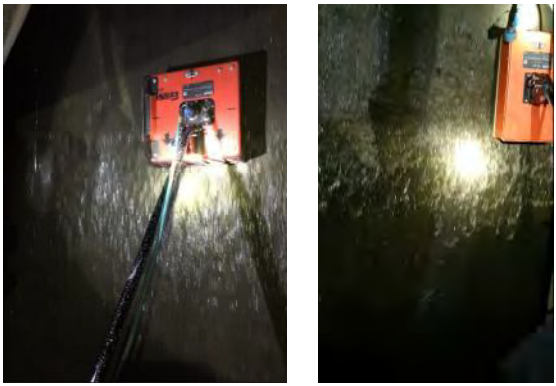


Рис. 2. Процесс обследования шахтных стволов рудника «Таймырский» (слева – антенный блок 400 МГц, справа – антенный блок 900 МГц)

Поверхность бетонной крепи сильно обводнена, это обводнение влияет на общее увеличение амплитуды записи. Подобное влияние минимизируется на этапе компьютерной обработки георадарных данных.

Принцип действия аппаратуры георадиолокационного зондирования (в общепринятой терминологии – георадара) основан на излучении сверхширокополосных (наносекундных) импульсов дециметрового и сантиметрового диапазона электромагнитных волн и приёме сигналов, отраженных от границ раздела слоев зондируемой среды, имеющих различные электрофизические свойства. Такими границами раздела в исследуемых средах являются, например, контакт между сухими и влагонасыщенными грунтами – уровень грунтовых вод, контакты между породами различного литологического состава, между бетоном и породой, между мерзлыми и талыми грунтами, между материалами различной влажности, плотности и т.д.

По итогам предварительных работ, проведенных с АБ 400 МГц и 900 МГц сделан обоснованный вывод, что для изучения бетонной

крепи и контакта бетона с породным массивом лучше всего подходит антенный блок 900 МГц (рисунок 3) с автоматической регулировкой усиления (АРУ). С его помощью можно определить толщину бетонной крепи, выделить участки нарушения целостности в бетоне и выявить наличие неоднородностей на контакте бетона с породным массивом (до глубины 2 м). Использование более высокочастотных антенн, например, 1600 МГц перспективно с точки зрения детального изучения интервала до 0,5 м, что позволит более точно определить изменение мощности бетонной крепи, особенно в местах заходок.

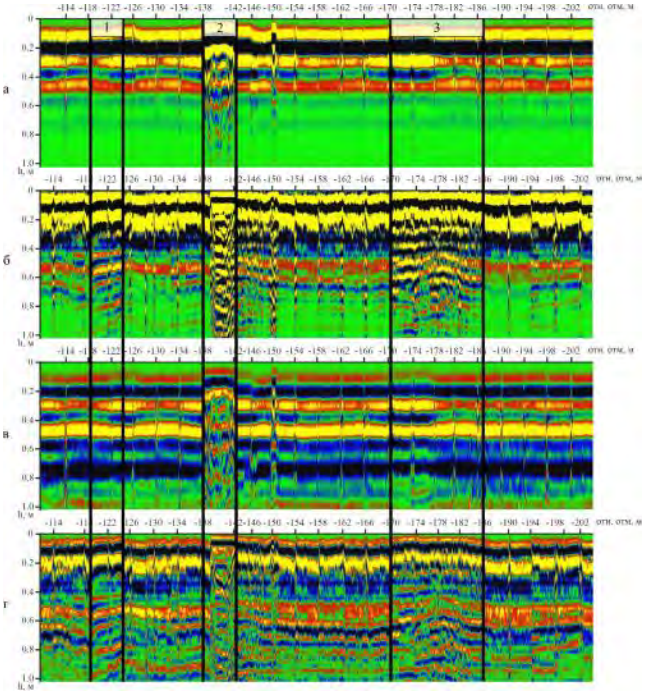


Рис. 3. Сравнения геоэлектрических разрезов
(а – АБ 400 МГц без АРУ, б – АБ 900 МГц без АРУ, в – АБ 400 МГц с АРУ, г – АБ 900 МГц с АРУ)

В задачи интерпретации радарограмм входило выделение отражения от границы бетона с породным массивом (рисунок 4). На заходках крепи в большинстве случаев наблюдаются нарушения целостности бетона. Подобные нарушения могут быть весьма незначительными и выглядеть как ровный холодный шов между заходами. В этом слу-

чае, амплитуды на геоэлектрических разрезах относительно низкие. Если же на стыке колец бетон сильно разрушен, наблюдаются вывалы или полное отсутствие бетонной крепи (обнажения коренных пород), то относительные амплитуды на разрезах будут высокими [4].

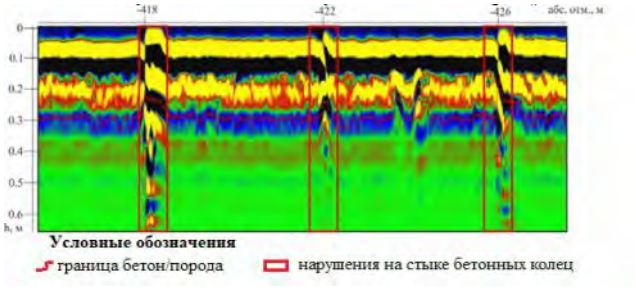


Рис. 4. Пример геоэлектрического разреза с пикировкой границы бетон/порода и выделенными нарушениями на заходках бетонной крепи

Области увлажненного состояния бетона, нарушение целостности крепи и присутствующие неоднородности за бетонной крепью выделяются на геоэлектрических разрезах областями относительно повышенными амплитудами записи (рисунок 5).

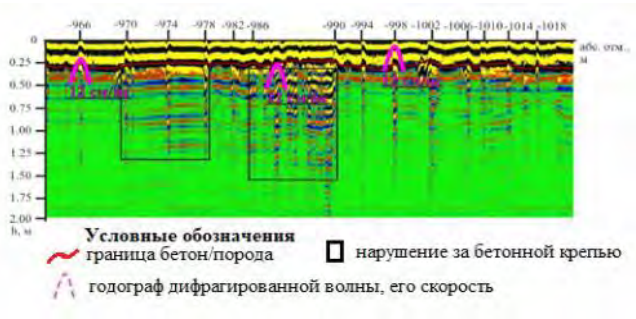


Рис. 5. Пример выделения интерпретации нарушений

В результате обработки и интерпретации материалов георадарных исследований в стволе ВПС получены геоэлектрические разрезы. На разрезах выделяется множество участков нарушения целостности бетонной крепи и неоднородностей на контакте бетона с породным массивом. Бетон увлажненный, местами из бетонной крепи просачивается вода, присутствуют напорные течи.

Практически повсеместно, по всему стволу, выделяются участки разрушенного бетона на стыках заходок (рисунок 6) с вертикальными размерами от 0,1 до 1,0 м, горизонтальными от 0,05 до 0,35 м (до полного отсутствия бетона и обнажения породы). Каждое значимое разрушение крепи сопровождается вывалами и обнажением породы на стыках заходок, с выносом материала крепи, нисходящими подземными водами (почвенными, грунтовыми и межпластовыми).

Рис. 6. Вид нарушений на стыках заходок бетонной крепи ствола ВПС

Обнаруженные дефекты и повреждения бетонной крепи ствола ВПС относятся к малозначительным и значительным дефектам, состояние которых усугубляется в связи с постоянным поступлением подземных вод через крепь ствола, а также их миграцией по контакту бетон-порода. По всей длине ствола выделяются участки локальных нарушений целостности бетонной крепи на стыках заходок, с обнажением породного массива. Мощность бетона по данным георадарной съемки в интервале между стыками заходок изменяется от 0,30 до 0,35 м. По результатам геофизических исследований выделяется множество областей нарушенного состояния бетонной крепи и неоднородностей закрепного пространства. Наиболее протяженные, с вертикальными размерами от 16 до 35 м. [6, 7]. Горизонтальные размеры выявленных областей (вглубь породного массива, считая от поверхности бетонной крепи) в среднем составляют 1 м, при максимальном значении 1.8 м, нигде не достигая максимальной глубины исследования 2 м. Горизонтальные размеры указанных областей от 1.5 до 1.8 м зафиксированы в следующих интервалах: 113-114 м (С), 354-355 м (Ю), 378-382 м(З),

381-382 (В), 413-415 м (В), 418-422 м (Ю), 625-626 м (Ю), 674-678 м (С), 778-779 м (В), 822-823.5 м (С), 1118-1122 м (8), 1286-1287 м (З), 1294-1295 м (З), 1306-1307 м (З), 1317-1318 м (В) [6, 7].

По результатам работ выявлено множество нарушений целостности бетонной крепи и неоднородностей закрепного пространства. При визуальном обследовании установлено, что состояние бетона в стволах ВПС сильно увлажнённое, на стыках заходок бетонных колец присутствуют нарушения целостности бетона вплоть до полного его отсутствия и обнажения породного массива. Все выявленные нарушения являются следствием фильтрации через крепь шахтных стволов нисходящих подземных вод (почвенных, грунтовых и межпластовых).

Полученные данные при геофизическом и визуальном обследовании целостности бетонной крепи и закрепного пространства ствола позволили до начала геомеханических исследований получить исходное представление о формировании напряженно-деформированного состояния крепь-массив. Это обеспечило организацию геомеханического мониторинга в отношении правильности заложения разгрузочных щелей для определения действующих напряжений на бетонную крепь (горизонтальных и вертикальных), то есть исключило места разгрузки бетонной крепи по его глубине. Кроме того, геофизическое обследование повысило достоверность результатов геомеханических исследований, подтвердив выводы, что резкое падение вертикальных и тангенциальных напряжений с отм. 1110,8 м по отм. 1310,8 м в бетонной крепи ствола нельзя полностью отнести к разрушению локальных участков крепи и закрепного пространства в этом интервале ствола. Процесс падения напряжений в основном связан с добычными работами, проводившимися в районе предохранительного целика [8].

Библиографический список:

1. *Комплексная диагностика бетонной крепи шахтных стволов калийных рудников / А. А. Жуков [и др.] // Горный журнал. – 2014. – № 4. – С. 85–87.*
2. *Sait Ground penetrating radar SIR-3000, user manual, GSSI, USA. – Available at: https://www.geophysical.com/wp-content/uploads/2017/10/GSSI-SIR-3000-Manual.pdf (accessed: September 01, 2023). (in English)*
3. *Владов М.Л. Введение в георадиолокацию: учеб. пособие / Владов М.Л., Старовойтов А.В. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 153 с.*
4. *Старовойтов А.В. Интерпретация георадиолакационных данных: учеб. пособие / Старовойтов А.В. – М.: Изд-во МГУ, 2008. – 192 с.*
5. *Жуков А.А., Адаптация методов георадиолокации и ультразвуковой томографии для решения горно-геологических задач в условиях калийных месторождений (на примере Верхнекамского месторождения солей): дис. ... канд. техн. наук: 25.00.10. / Жуков Александр Анатольевич; ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный»; науч. рук. Б.С. Спасский. – Екатеринбург, 2018. – 154 с.*

6. Ермолович Е.А., Яцыняк С.Д., Синица И.В. Геомеханическое обследование воздухопадающего ствола рудника «Таймырский» // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. Тула: ТулГУ, 2022. Вып. 4. С. 419 – 435.

7. ПАО «ГМК «Норильский никель». Выполнение работ по экспертному обследованию крепи и закрепного пространства ствола ВПС рудника «Таймырский»/шифр КРРТ/. Этап № 1.2 Выполнение комплекса работ по обследованию ствола ВПС рудника «Таймырский». Подэтап № 1.2.2 Технический отчёт по георадарному обследованию ствола ВПС (окончательный). Том 5. Книга 1. 115-20-НН.1-ОТС.2.2.3.1. / ОАО «ВИОГЕМ»; рук. Жуков А.А.; исполн. Царев Р.И., Пригара А.М., Тарасов В.В. [и др.] – Белгород, 2022. – 57 с.

8. Синица И.В., Ермолович Е.А., Яцыняк С.Д. Прогноз влияния очистных работ на напряженно-деформированное состояние массива в районе воздухоподающего СТВОЛА // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. Тула: ТулГУ, 2023. Вып. 2. С. 418 – 431.

НЕОБХОДИМОСТЬ В НОВОМ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ ОСВОЕНИЯ НЕДР ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ ДОБЫЧИ СТРОИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Сафронов В.П.,
Тульский государственный университет, г. Тула, Москва
Сафронов В.В.
ООО «ЮГТЕРМИНАЛПРОЕКТ» г. Москва, Россия

Комплексные программы регионов по освоению недр, ориентированы на экономический рост благосостояния людей ныне живущих и людей будущих поколений за счет обеспечения качества среды обитания на территориях, подверженных открытым горным работам. Открытый способ добычи строительного сырья основан на технологических системах преобразования территории до уровня техногенного георесурса. Эффективность технологических систем оценивается показателями: удельная землеёмкость, удельное потребление водных ресурсов, удельная социальная значимость.

Ключевые слова: открытый способ добычи, освоения недр, техногенный георесурс, землеемкость, социальная значимость, экологичность.

Строительное дело почти целиком базируется на извлеченных из недр Земли полезных ископаемых и их переработки в техногенное

сырье с попутным формированием горных выработок и отвалов, которые представляют собой техногенный георесурс. Возрастающие объемы строительства капитальных объектов в регионах РФ требуют увеличения производства строительных материалов и как следствие повышения производительности существующих карьеров, вовлечение в разработку новых месторождений минерального сырья [1]. При переходе от плановой к рыночной экономике возникает задача оценки или переоценки эффективности инвестиционных проектов по вовлечению в разработку новых месторождений с учетом экологических факторов и перспектив использования нарушенных земель территории региона независимо от форм собственности. Земля, вода и воздух являются не только народным достоянием, но и обеспечивают жизнь всего живого на планете Земля. Горные работы при разработке месторождений качественно меняют среду обитания человека в новых условиях. Среда обитания оценивается по количественным показателям экологического мониторинга в рамках предельно допустимых концентраций (ПДК). Безусловно, требуется совершенствование методологических принципов в стратегии комплексной программы освоения недр, системной оценки проектных решений в рамках законов рыночной экономики РФ.

Недра Земли в РФ принадлежат государству. Жизнедеятельность горного предприятия в нашей стране подчиняется законам РФ, например, закону РФ «О недрах» [2], Федеральному закону «Об охране окружающей среды», Земельному кодексу РФ. Государство в условиях рыночной экономики не вмешивается в оперативную деятельность предприятий с той или иной формой собственности, но оно устанавливает нормативные правила, которым подчиняются проектные решения по организации карьера. Отступления от проектных решений недопустимы. Государство в той или иной форме стимулирует горные предприятия на эффективную разработку месторождения, комплексное использование полезных ископаемых и увеличение валового внутреннего продукта (ВВП) страны. Эффективная эксплуатация месторождения полезного ископаемого подразумевает получение горным предприятием максимальной прибыли от реализации товарной продукции при минимальном нарушении экологического равновесия на задействованных под горные работы территориях.

Минимизация нарушений экологического равновесия территории при освоении недр достигается внедрением гибких технологий разработки месторождений и рекультивации земель с перспективой их эффективного применения в народном хозяйстве, с учетом реализации мер для предотвращения ущерба от загрязнения подземных вод, пре-

вышений предельно допустимых концентраций выбросов пылеобразных вредных веществ в атмосферу. Эти обязательные требования регулируются законами РФ и прописаны в проектной документации каждого горного предприятия.

Нормативные правила начинают действовать на стадии проектирования карьера и контролируются государством в процессе согласований и экспертиз проекта.

При реализации проектных решений горное предприятие руководствуется налоговым законодательством, участвует в налоговых выплатах. При определении объекта налогообложения, ключевым является понятие «добытое полезное ископаемое». Добытое полезное ископаемое — это продукция разработки карьеров, содержащаяся в добытом (извлеченном) из недр (или из отходов) минеральном сырье (породе, жидкости и иной смеси). Не может быть признана полезным ископаемым продукция, полученная при дальнейшей переработке (обогащении) полезного ископаемого. Это продукт деятельности перерабатывающей промышленности, который пользуется спросом на рынке и имеет свою цену. Рост цен на товарную продукцию горного предприятия способствует вовлечению в разработку новых месторождений, наращиванию производственных мощностей и снижению производственных издержек. Что касается производственных издержек, то на практике снижение достигается за счет нарушений программы мониторинга за окружающей средой, то есть не соблюдения требований в области охраны окружающей среды. Конечно это проще, чем поэтапно снижать себестоимость продукции за счет внедрения прогрессивных инженерных решений на основе новых научных знаний. Однако контроль со стороны государственных структур постоянно диктует карьерам не выходить за рамки правового поля и в условиях рыночных отношений искать пути снижения себестоимости производимой товарной продукции.

Наложила свой негативный отпечаток история с приватизацией горных предприятий. В процессе приватизации горные предприятия, находящиеся под контролем правительства, т.е. в государственном секторе и требовавшие по непонятным причинам дотаций, перешли в частный сектор, то есть собственность людей, которые должны были или наладить их эффективную работу, или закрыть производство с перепрофилированием деятельности. Что означает закрыть карьер или избрать новое направление деятельности на базе карьера? Недра принадлежат государству. Не извлеченные из недр запасы полезных ископаемых, в соответствии с законом «О недрах», требуется законсервировать с выполнением проекта консервации. В основу проекта консервации карьера положены инженерные решения по сохранению

оставшихся балансовых запасов и рекультивации территории, нарушенной горными работами. На запасах полезных ископаемых строить капитальные объекты запрещено. Куда проще под бизнес взять участок земли иного назначения. Поэтому одни недрапользователи, ощутившие проблемы с карьером, перепродают бизнес другим недрапользователям. На некоторых карьерах происходит это неоднократно. Успешными недрапользователями становятся через минимизацию себестоимости добытого сырья, которая зависит от капитальных и эксплуатационных затрат на горные работы. Для этого горное предприятие вынуждено совершенствовать технологические процессы за счет внедрения научных разработок в технологические процессы открытого способа. На устаревших технологиях и оборудовании, в условиях рыночной экономики, горное предприятие, как правило, обречено на неудачу с остановкой горных работ и выходом на банкротство. В этом случае создается социально-экономическая проблема для региона, где расположен карьер. Прекращаются налоговые поступления в бюджет, ухудшается экологическая обстановка, не выполняются календарные планы программы по освоению недр в регионе.

Неудовлетворительная структура баланса горного предприятия, как правило, проявляется для карьеров строительных материалов в период сокращения или отсутствия заказов стройиндустрии на продукцию карьера. Как показывает практика, структура баланса карьера также нарушается при выполнении требований на проведение рекультивации территорий, нарушенных открытыми горными работами. Объясняется это тем, что значительная часть работ по рекультивации переносится карьерами на более поздние периоды освоения месторождения, когда материальных ресурсов для этого уже недостаточно, так как в основном они «успешно» перешли ранее в прибыль собственника карьера, собственника территории земельного участка.

В последние годы претерпели заметные изменения теория и практика ведения открытых горных работ. Появились новые методики, приборы для геологических и маркшейдерских изысканий, новое многофункциональное горное оборудование. Обновились нормативные документы. Вместе с тем на горных предприятиях по-прежнему наблюдается «кадровый голод», значительно снизился объем научных исследований и как следствие, наступил застой во внедрении прогрессивных технико-технологических решений по освоению недр при разработке месторождений строительного сырья. Основная причина недостатка в кадровом обеспечении карьеров - это низкий уровень заработанной платы и отсутствие престижа профессии Горного инженера. Наблюдается тенденция снижения себестоимости добычи строи-

тельного сырья за счет фонда заработанной платы, затрат на рекультивацию и мероприятий по защите окружающей среды.

На сегодняшний день проекты карьеров по-прежнему создаются в соответствии с нормами технологического проектирования 1977 года, которые не в полной мере учитывают системное понятие «освоение недр», которое имеет более глубокий смысл, чем понятие «освоение месторождения».

Конечный результат освоения месторождения открытым способом на земельном участке (участках) – это извлечение промышленных запасов полезного ископаемого, рекультивация горных выработок, отвалов и превращение территории в удобное пользование в дальнейшем. Освоение недр – это комплексная долгосрочная системная программа, которая включает прогнозные ориентиры по дальнейшему использованию преобразованной горными работами территории. Проект карьера – это, прежде всего модель, которая отражает подсистему системы освоения недр. Система освоения недр – это модель комплексной долгосрочной программы развития сырьевой базы региона на стадиях извлечения запасов полезного сырья из недр, погашения горных работ, преобразование территории, например, в агротехногенную или инженерную систему. Понятия «преобразование территории» и «рекультивация земель, нарушенных горными работами» имеют не равнозначный смысл. Например, по первому этапу рекультивации (горно-технический этап) получаем спланированный участок, на который, по второму этапу (биологический этап), наносится плодородный слой земли. Однако на этой территории в перспективе предусматривается, например, строительство объекта, а по завершению строительных работ намечено благоустройство территории. В этом случае проектные решения планировочных работ по первому этапу рекультивации необходимо ориентировать под прогнозные объекты социально-экономической значимости. Уже на стадии проектирования карьера необходимо давать прогнозную оценку социально-экономическим требованиям к объекту недвижимости, а именно: объект должен вписаться в социально-экономическую систему и соответствовать ландшафту данного региона.

Есть множество примеров, когда созданная на территории бывшего карьера инженерная система, доведенная до коммерческого объекта (гидротехническое сооружение, спортивное сооружение, полигон утилизации промышленных отходов и др.), начинает приносить прибыль в экономику и частично решает социально-экономическую проблему региона. Однако не все территории, нарушенные горными работами, подходят для строительства инженерных объектов по причине удаленности от транспортных и энергетических инфраструктур. В ос-

новном такие территории подходит для создания агротехногенных систем. Получение с минимальными затратами полноценной агротехнической системы, на нарушенных горными работами земельных площадях, довольно редкое явление. Как показала практика, земельные участки, выведенные из сельскохозяйственного оборота во временное промышленное назначение под карьер, а затем обратно их вернуть в первоначальные назначение для продуктивного ведения сельского хозяйства, невозможно. Требуется значительный период времени для техногенной интенсификация биологического этапа рекультивации.

Интенсификация биологического этапа рекультивации – это создание роботизированных агротехногенных систем XXI века [4],[5].

Назрела необходимость в совершенствовании методологии **в** стратегии комплексной программы освоения недр, ориентированной на экономический рост благосостояния не только людей ныне живущих, но и людей будущих поколений за счет обеспечения качества среды обитания на территориях, подверженных воздействию горных работ. Т.е. в условиях рыночной экономики, наряду с обоснованием технологии освоения месторождения строительного сырья, необходимо представлять комплексную программу освоения недр, описываемую не детализированным планом, как систему, действующей длительный период времени для достижения цели, ориентированной на экономический рост благосостояния людей за счет обеспечения качества среды обитания на территориях, подверженных воздействию горных работ. Комплексная программа направлена на решения масштабных задач по оценке территории в ее первоначальном состоянии, площади месторождения, объема тела залежи, глубины залегания, физико-химических свойств пород, технологии разработки, объемы горных выработок и отвалов на момент погашения запасов, прогнозные варианты объектов социальной значимости в процессе освоения недр. В комплексную программу по разработке решений освоения недр предлагается включать следующие оценочные показатели: землеемкость, удельное потребление водных ресурсов и удельная социальная значимость трудоустройства населения.

Оценочный показатель землеемкости: [3]

$$З = \frac{S}{P_{пр}}, \text{ м}^2/\text{т},$$

где *З* - показатель землеемкости, м^2/т; S - земельная площадь м^2, занимаемая карьером, инфраструктурой и перерабатывающем комплексом; $P_{пр}$ - объем выпускаемой карьером продукции.

Показатель землеемкости в горно-добывающей отрасли промышленности актуален на глобальном, региональном и даже на ло-

кальном уровнях, так как земли в основном изымаются из сельскохозяйственного оборота или лесного фонда. Кроме этого он актуален с введением денежной оценки земельных ресурсов, ренты и налога.

Показатель удельного потребления водных ресурсов рассчитывается как отношение расхода водного ресурса на производство продукции к объему валовой продукции

$$R_{пр} = \frac{B_п}{P}, \text{ м}^3/\text{т},$$

где $R_{пр}$ - удельное потребление водного ресурса на единицу готовой продукции, м^3/т; $B_п$ - расход воды на производство продукции, м^3; Р – объем валовой продукции, т.

Плата за воду, включаемая в себестоимость продукции, оказывает непосредственное влияние на финансовую политику карьера. Показатель удельной социальной значимости выражается через трудоустройство населения региона на объектах освоения недр

$$П_{тр} = \frac{ч_к}{V_{т.м.}}, \text{ чел./м}^3,$$

где $П_{тр}$- показатель удельной социальной значимости, чел./м^3;

$ч_к$ –количество человек в штатном расписании на объектах освоения недр, чел.;

$V_{т.м.}$ – годовая производительность карьера по горной массе, м^3/год.

Прогнозная оценка потенциала техногенного георесурса должна основываться на гибких технологиях. Гибкие технологии по добыче и переработке добытой полезной массы в товарную продукцию базируются на технологических схемах с модульной компоновкой оборудования. Однако реализовать гибкие технологии возможно через качественно-количественную схему раскройки полезной залежи месторождения на выемочные блоки (единицы) с учетом их вскрытия и порядка отработки. Раскройка полезной залежи на выемочные блоки с качественно-количественными показателями и их отработка требует новых технологий производства горных работ, основанных на селективном способе разработки залежи полезного ископаемого и создании временных складов добытого сырья. Структура схемы селективной технологии зависит от количества и типов забоев для отработки выемочных блоков, системы их группирования в границах месторождения по качеству и количеству полезной горной массы, пригодной для конкретных видов конкурентоспособной продукции.

Схемы вскрытия групп или отдельных выемочных блоков полезной залежи могут быть самыми разнообразными – это схемы с разрезными траншеями, схемы скользящих съездов или схемы с насыпными эстакадами, обслуживающими каждый выемочный блок.

Вскрытие выемочного блока может быть произведено с одной стороны или с двух, трех сторон. Все зависит от объемов вскрышных работ и количества продуктивных слоев, слагающих выемочный блок, схемы раскройки выемочного блока на уступы (подуступы). Количество нарезаемых уступов в выемочных блоках зависит от параметров рабочих площадок под горно-транспортное оборудование и схемы группирования слоев выемочного блока с целью их разработки для обеспечения перерабатывающее производство сырьем требуемого объема и качества. Предлагаемые селективные схемы в развитии гибких технологий действительно усложняют традиционные способы выполнения вскрышных работ, формирования отвалов и отработки запасов, но создают техногенный георесурс с потенциалом очевидной востребованности.

Методологический подход в формировании стратегии комплексной программы освоения недр при добыче открытым способом строительного сырья в экономической среде горно-добывающих регионов включает: создание цифровых моделей в формате 4D конкурирующих вариантов освоения части недр при разработке месторождения, в том числе вариантов моделей техногенного георесурса; научную и практическую базу знаний принятия проектных решений по разработке месторождений твердых полезных ископаемых для подготовки инженерных кадров нового уровня мышления; показатели: экологичность инвестиционного проекта, отходоемкость, ресурсоемкость, землеемкость, удельное потребление водных ресурсов и удельной социальной значимости.

Практическая ценность в совершенствовании методологического подхода в освоении недр заключается в применении уже на первом этапе проектирования технологии перевода земель из сельскохозяйственного или лесного назначения в земли промышленности и обратно. Реализация подхода позволит системно оценивать инвестиционные проекты, отражающие интересы людей проживающих на данных территориях, соблюдать баланс интересов федерального центра, региона, муниципального образования и недропользователя. Показатели: экологичность инвестиционного проекта, отходоемкость, ресурсоемкость, землеемкость, удельное потребление водных ресурсов и удельной социальной значимости позволяют оценивать цифровые модели в формате 4D конкурирующих вариантов освоения части недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых.

Библиографический список:

1. Рыбьев, И.А. Строительное материаловедение. И.А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 2002. – 697 с.

2. Закон РФ от 21.02.1992 № 2395-1(ред. От 08.12.2020) О недрах.

3. Трубецкой К. Н. Современные представления о комплексном освоении недр Земли // Развитие идей М. И. Агошкова в области оценки и рационального освоения месторождений полезных ископаемых. М., 2008.

4. Бочарникова Е.А., Матыченков В.В., Сафронов В.П., Носенко С.И. Влияние бурого угля, монокремниевой кислоты и кремний-органического мелиоранта на их основе на поглощение кадмия ячменем и горохом. Агрохимия, 2016, № 5, С. 41-46.

5. Сафронов В.П., Сафронов В.В., Дубинин А.В., Корнеев В.Д. Использование отвалов угольного разреза для синтеза почвообразующей минеральной массы с целью ее применения в рекультивационных работах и для землевания малопродуктивных земель. – Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2010.- Вып. 1.- С.115-122.

УДК 622.02:531

ЗАКЛАДОЧНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ПЕРЕРАБОТКИ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

Ермолович О.В.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Разработан закладочный материал на основе отходов обогащения железистых кварцитов. Приводятся результаты экспериментальных исследований предела прочности при сжатии и растяжении при изгибе образцов композиционного материала.

Ключевые слова: отходы обогащения железистых кварцитов, асбест, предел прочности при сжатии, предел прочности при растяжении при изгибе

Полнота использования недр является одним из критериев эффективного управления состоянием природно-технической геомеханической системы. Состояние скальных массивов при добыче руд определяется, в том числе объемом пустот. Максимальные напряжения развиваются при стадийной отработке залежей камерно-целиковыми системами также в местах оборудования временных и постоянных целиков, где уровень критических напряжений повышается в 2-3 раза [1].

Решение проблемы заключается в создании прочного искусственного массива на основе закладочных материалов для твердеющей закладки. Это позволит заполнить отработанные камеры, уменьшить

нагрузку на целики и одновременно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, если в качестве мелкого заполнителя применять отходы обогащения руд.

Отходы переработки руд широко применяются в закладочных составах, однако не для всех характерна повышенная прочность образцов.

Например, закладочный композиционный материал, включающий цемент, мелкий заполнитель и воду в следующем соотношении компонентов, мас.%: цемент –15,54; мелкий заполнитель (хвосты обогащения вкрапленных руд Норильской обогатительной фабрики) – 61,49; вода – остальное, отличается низкой прочностью (2,3 МПа в возрасте 28 суток) при большом расходе цемента [2].

Использование хвостов Жезказганской, Белоусовской, Зыряновской и Миргалимсайской фабрик в закладочных композициях, содержащих цемент, мелкий заполнитель и воду в следующем соотношении компонентов, мас.%: цемент – 15; мелкий заполнитель (хвосты обогатительных фабрик) – 50; вода – остальное, также не приводит к возрастанию прочности (1,2; 1,3; 1,5; 2,5 МПа в возрасте 28 суток при соответственно) при повышенном расходе цемента [2].

Для закладочного композиционного материала на основе отходов переработки железных руд, содержащего цемент ЦЕМ II 32,5АШ, пластифицирующую добавку (СП-1), мелкий заполнитель (отходы обогащения мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов) и воду при следующем соотношении компонентов, масс. %: цемент – 15,3; СП-1 – 0,1; заполнитель – 55,77; вода – остальное, характерна невысокая при достаточно большом расходе цемента прочность при сжатии и растяжении при изгибе (1,5 МПа и 0,468 МПа соответственно в возрасте 28 суток) [3].

Искусственные массивы, сформированные из закладочных материалов такой прочности не удовлетворяют условиям разработки Коробковского месторождения.

Целью разработки технического решения являлось повышение прочности закладочного композиционного материала при сжатии и растяжении при изгибе при одновременном снижении количества вяжущего вещества в составе.

Для решения поставленной задачи в известном составе закладочного композиционного материала, содержащем цемент, пластифицирующую добавку, мелкий заполнитель и воду дополнительно используют асбест хризотиловый − хризотил при следующем соотношении компонентов масс., %: цемент ЦЕМ II 32,5АШ – 12,8%; мелкий заполнитель (отходы обогащения мокрой магнитной сепарации

железистых кварцитов) – 62,86; суперпластификатор Полипласт СП-1 (ТУ 5870-005-58042865-05) – 0,226; асбест хризотиловый − хризотил (выпускается ОАО «Ураласбест» по ГОСТ 12871-93, ТУ 5721-01-028-1476, ТУ 21-22-23) – 0,422%; вода-остальное.

Для приготовления образцов композиционного материала цемент смешали с отходами обогащения мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов со средним размером частиц 75,76 мкм и асбестом хризотиловым − хризотилом и затворили водой, в которую предварительно добавили суперпластификатор Полипласт СП-1. Окончательную смесь перемешали до однородной консистенции. Из полученной смеси приготовили образцы закладочного композиционного материала размером 70Х70Х70 мм и 40Х40Х160 мм. Образцы выдержали в климатической камере в течение 2-3 суток до достижения распалубочной прочности образцов. В камере поддерживалась температура 20 $\pm 20^0$С и относительная влажность 90-95%. После расформовки образцы вновь помещались в климатическую камеру для дальнейшего твердения в течение 28 суток, после чего определили механическую прочность при сжатии и растяжении при изгибе с использованием электронной испытательной машины Инстрон 5882.

В таблице приведен исходный валовой состав закладочных композиционных материалов и результаты испытаний механической прочности образцов, приготовленных из этих материалов для созданного композита [4] и одного из описанных составов с аналогичным заполнителем [3].

Таблица

Экспериментальные данные

Расход компонентов (масс. %) при изготовлении закладочных композиционных материалов					Предел прочности при	
					сжатии, МПа	растяжении при изгибе, МПа
Цемент ЦЕМ II 32,5АШ	Отходы обогащения	Асбест	СП-1	Вода		
композиционный материал-прототип [3]						
15,3	55,77	-	0,1	28,83	1,5	0,468
разработанный композиционный материал [4]						
12,8	62,86	0,422	0,226	23,692	3,96	1,98

Из таблицы следует, что поставленная задача увеличения прочности закладки при сжатии и растяжении при изгибе в 2,64 и 4,23 раза соответственно, достигается при введении в материал асбеста хризотилового − хризотила в количестве 0,422% от массы материала.

Библиографический список

1. Голик В.И. Оптимизация процессов управления геомеханикой массивов путем утилизации отходов горного производства / В.И. Голик, Бурдзива О.Г. // Опасные природные и техногенные процессы в горных регионах: модели, системы, технологии: сборник материалов VII международной конференции, Владикавказ, 30 сентября – 02 октября 2019 года / под редакцией А.В. Николаева, В.Б. Заалишвили; Геофизический институт Владикавказского научного центра Российской академии наук. – Владикавказ,201.– С. 665–674

2. Монтянова А.Н. Формирование закладочных массивов при разработке алмазных месторождений в криолитозоне / А.Н. Монтянова. – М.: Издательство «Горная книга», 2005 – 597 с.

3. Лесовик Г.А. Закладочные смеси на основе техногенных отходов: автореф. дис. . канд. техн. наук / Лесовик Галина Александровна. – Белгород, 2013 – 24 с.

4. Патент РФ 2565288, С04В 18/00, С04В 28/04,. Композиционный материал для закладки выработанного пространства / О.В Ермолович, Е.А. Ермолович, Донецкий С.В, Е.А. Ермолович. Опубл. 20.10.2015. Бюл. № 29.

УДК 622.233.05

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОГРУЗКИ ПРОДУКТОВ РАЗРУШЕНИЯ РАСШИРИТЕЛЯМИ ОБРАТНОГО ХОДА

Маметьев Л.Е., Хорешок А.А., Цехин А.М., Борисов А.Ю.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия

Представлено техническое решение, позволяющее повысить эффективность процессов гравитационного истечения разрушенной горной массы из камеры расширения в пространство пионерной восстающей скважины. Рекомендовано использование расширителя обратного хода с дисковым инструментом для формирования ступенчатого забоя. Предложена многолучевая корона, образующая опережающую скважину, пересекающую стенки пионерной скважины с расширением окна погрузки вокруг приводного редуктора.

Ключевые слова: буровое оборудование, расширитель, резец,

дисковый инструмент, бурение, скважина.

В горном деле на исполнительных органах проходческих комбайнах [1–4], а также буровых машинах [5, 6] обширно применяются разнообразные горные инструменты, в том числе дисковые [7–11].

При эксплуатации буровых машин следует обращать особое внимание как на их вооруженность породоразрушающим горным инструментом, так и на эффективность гравитационного истечения разрушенной горной массы в пространство пионерной восстающей скважины в процессе разбуривания расширителем обратного хода, формируя заданный диаметр расширяемой скважины. К тому же вооруженность может сочетать в себе базовый комплект из резцовых и дисковых инструментов, что отмечено в разработке на рис. 1.

На кафедре горных машин и комплексов КузГТУ разработано техническое решение в виде расширителя обратного хода для бурения восстающих скважин (рис. 1–3) [12], состоящее из секционного штангового бурового става 1, включающего промежуточные опорные фонари 2. При этом штанговый буровой став 1 оформлен как входной вал редуктора, содержащий приводную шлицевую штангу-проставку 3 и шестерню 4 на шлицевой втулке. К тому же входной вал посредством шлицевой втулки-проставки 5, гаечного резьбового соединения 6 и подшипниковых опор 7, закреплен внутри корпуса редуктора 8, обеспечивая совместное осевое и относительное вращательное перемещение. Внешняя поверхность корпуса редуктора 8 оформлена овально-ромбической формой (рис. 2) с закрепленными на ней опорно-центрирующими лыжами 9, которые размещены симметрично друг относительно друга на противоположных овальных участках, формируя конструкцию опорного фонаря-стабилизатора.

Обеспечивается кинематическая связь от шестерни 4 посредством промежуточного зубчатого колеса 10, установленного на шлицевой оси 11 с подшипниковыми опорами 12, к выходному зубчатому колесу 13 на шлицевой втулке. При этом к выходному зубчатому колесу 13 прикреплена нижняя шлицевая секция 14 на длине $l_н$, которая со стороны нижней части крепится к опережающей многолучевой коронке 15 с резцами и забурником 16. Со стороны верхней части, нижняя шлицевая секция 14 содержит шлицевую втулку-проставку 5, прижатую посредством замкового вкладыша 17, выполненного как резьбовой хвостовик, а также гайки к поверхности подшипниковых опор 7 внутри корпуса редуктора 8, обеспечивая совместное осевое и относительное вращательное перемещение. Резьбовой хвостовик замкового вкладыша 17 прикреплен к верхней шлицевой секции 18 на длине $l_в$ выходного вала редуктора, которая конструктивно связана с многолу-

чевым ступенчатым корпусом 19, включающего дисковый инструмент 20 и задний опорный фонарь 21, при помощи крепежного винта 22.

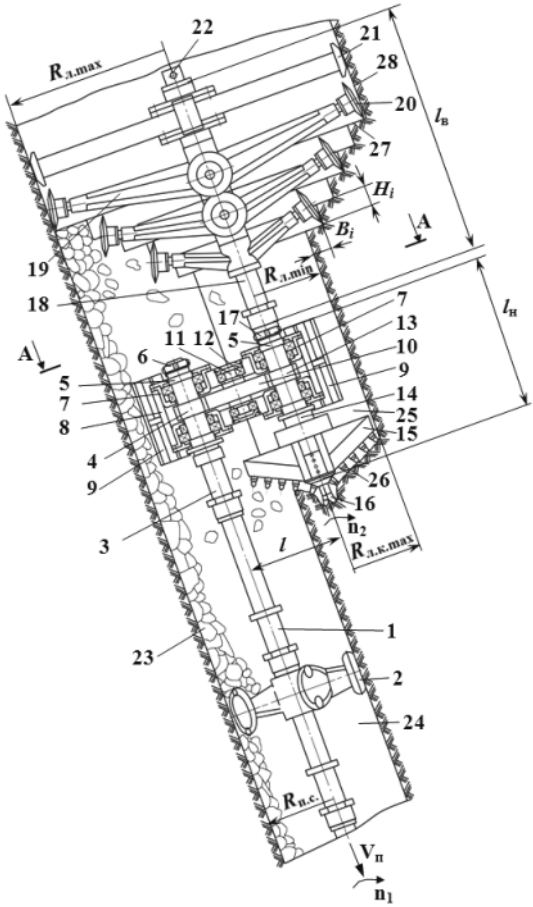


Рис. 1. Устройство для бурения восстающих скважин обратным ходом

Ось секционного штангового бурового става 1, а также оси нижней 14 и верхней 18 шлицевых секций размещены относительно друг друга на межцентровом расстоянии *l* (рис. 1, 2), при этом располагаются в вертикальной плоскости и параллельно друг другу с нижним размещением секционного штангового бурового става 1.

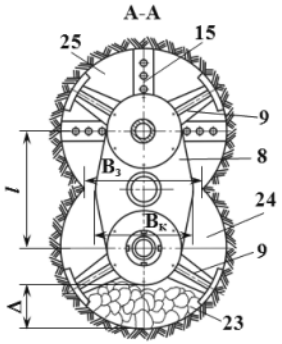


Рис. 2. Вид сверху на корпус редуктора

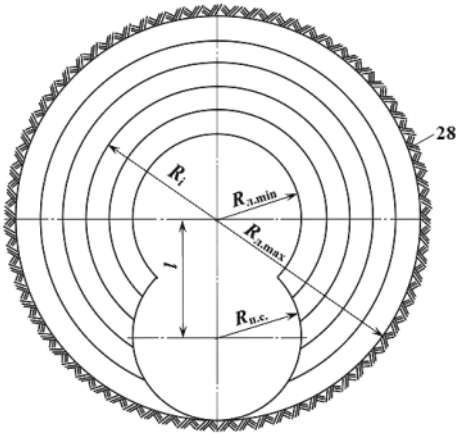


Рис. 3. Траектории движения дискового инструмента при бурении скважин

Многолучевой ступенчатый корпус 19 с дисковым инструментом 20 имеет максимальный радиус луча $R_{л.\,max.}$ (рис. 1, 3), равный сумме радиуса пионерной скважины $R_{п.с.}$ и межцентрового расстояния l. При этом минимальный радиус луча $R_{л.\,min}$ ограничивается по максимальному радиусу луча $R_{л.к.\,max.}$ относительно опережающей многолучевой коронки 15. К тому же корпус редуктора 8 имеет ширину $B_к$ (рис. 2) с размещением в области продольного коридора, имеющего ширину $B_з$, образуемую вследствие пересечения двух параллельных восстающих скважин, а именно пионерной 24 и опережающей 25. Кроме того, обеспечивается гарантированный зазор Δ (рис. 2) для прохождения продуктов разрушения 23 между стенкой пионерной скважины 24 и поверхностью корпуса редуктора 8 в местах расположения опорно-центрирующих лыж 9. При этом продукты разрушения 23 размещаются по продольному направлению лежачей поверхности пионерной скважины 24.

В опережающей скважине 25 располагается опережающая многолучевая коронка 15 (фиг. 1), обеспечивая резцами и забурником 16 силовой контакт с поверхностью забоя 26. Вместе с этим дисковые инструменты 20 (фиг. 1) многолучевого ступенчатого корпуса 19 обеспечивают силовой контакт со ступенчатым забоем 27. При этом конструкция заднего опорного фонаря 21 определяет лишь поступательное перемещение, обеспечивая опорный силовой контакт с поверхностью стенки 28 при расширении скважины. Вместе с тем ступенчатый забой 27

расширяемой скважины характеризуется следующими основными параметрами: радиусом R_i траектории перекатывания дискового инструмента 20 по уступу расширяемой скважины, высотой уступа H_i и шагом разрушения B_i (рис. 1, 3).

Работа расширителя обратного хода для бурения восстающих скважин охватывает три этапа (рис. 1–3).

Первый этап включает в себя следующие действия.

Заранее собирается корпус редуктора 8 с последующей его установкой на шлицевую штангу-проставку 3. Затем производится жесткое закрепление опережающей многолучевой коронки 15 с резцами и забурником 16 на нижнюю шлицевую секцию 14. В то время, как конструктивная сборка из заднего опорного фонаря 21, многолучевого ступенчатого корпуса 19 с дисковым инструментом 20 на верхней шлицевой секции 18 отсоединена от нижней шлицевой секции 14, благодаря шлицевой втулке-проставке 5 и замковому вкладышу 17. Далее буровой станок посредством секционного штангового бурового става 1, включающего промежуточные опорные фонари 2, передает вращение с частотой n_1 приводной шлицевой штанге-проставке 3 и шестерне 4, а затем, благодаря промежуточному зубчатому колесу 10 передается вращение с частотой n_2 на выходное зубчатое колесо 13 нижней шлицевой секции 14 и опережающую многолучевую коронку 15 с резцами и забурником 16.

В то же время секционный штанговый буровой став 1 передает поступательное осевое перемещение со скоростью $V_п$ приводной шлицевой штанге-проставке 3, а далее посредством подшипниковых опор 7 на корпус редуктора 8, от которого данное осевое перемещение получают одновременно верхняя шлицевая секция 18 и нижняя шлицевая секция 14 посредством шлицевой втулки-проставки 5, подшипниковых опор 7 и замкового вкладыша 17. Одновременно с корпусом редуктора 8 получает осевое перемещение со скоростью $V_п$, опережающая многолучевая коронка 15 с резцами и забурником 16. В процессе силового контакта резцов и забурника 16 опережающей многолучевой коронки 15, осуществляется разрушение поверхности забоя 26 опережающей скважины 25, тем самым, продукты разрушения под действием гравитационных сил перемещаются по продольному направлению лежачей поверхности пионерной скважины 24.

При разрушении забоя, используя обратный ход, осуществляется пересечение боковой поверхности стенок опережающей скважины 25 с боковой поверхностью пионерной скважины 24, что образует продольный коридор с шириной проходной зоны $B_з$ (рис. 2), который превышает ширину $B_к$ корпуса редуктора 8. К тому же в местах контакта опорно-центрирующих лыж 9 обеспечен гарантированный зазор Δ с целью прохождения продуктов

разрушения 23, которые истекают с поверхности забоя 26 опережающей скважины 25 в пространство пионерной скважины 24.

До начала второго этапа процесса забуривания, расширитель обратного хода прекращает осевое и относительное вращательное перемещение. Производится поочередная установка и жесткое закрепление к верхней шлицевой секции 18 (рис. 1), лучей многолучевого ступенчатого корпуса 19 с дисковыми инструментами 20, посредством шлицевой втулки-проставки 5 и замкового вкладыша 17 в виде резьбового хвостовика и гайки. При этом жесткое закрепление многолучевого ступенчатого корпуса 19 производится за счет временной распорной втулки и крепежного винта 22, на нижней шлицевой секции 14. Вместе с этим отмечается соответствие диаметра временной распорной втулки диаметру шлицев верхней шлицевой секции 18, а ее длина равна расстоянию от верхней торцовой поверхности лучевой ступени наибольшего диаметра многолучевого ступенчатого корпуса 19 до крепежного винта 22.

Второй этап процесса забуривания характеризуется тем, что расширителю обратного хода без заднего опорного фонаря 21 от приводов бурового станка через секционный штанговый буровой став 1, включающего промежуточные опорные фонари 2, осевое и относительное вращательное движение с частотой n_1 передается на приводную шлицевую штангу-проставку 3 с шестерней 4. Далее посредством промежуточного зубчатого колеса 10 передается вращательное движение с частотой n_2 на выходное зубчатое колесо 13 нижней шлицевой секции 14, опережающую многолучевую коронку 15 с резцами и забурником 16, и, вместе с этим, за счет резьбового хвостовика замкового вкладыша 17, осевое и относительное вращательное перемещение передается на верхнюю шлицевую секцию 18 длиной $l_в$ выходного вала редуктора 8, затем на многолучевой ступенчатый корпус 19 с дисковым инструментом 20.

Благодаря корпусу редуктора 8 осевое перемещение со скоростью $V_п$ посредством шлицевой втулки-проставки 5, подшипниковых опор 7 и замкового вкладыша 17 передается одновременно как на нижнюю 14, так и на верхнюю 18 шлицевые секции. Опережающая многолучевая коронка 15 с резцами и забурником 16, с одной стороны получает осевое перемещение со скоростью $V_п$, от корпуса редуктора 8, а с другой стороны, посредством выходного зубчатого колеса 13 на шлицевой втулке, получает относительное вращательное движение с частотой n_2. Силовой контакт резцов и забурника 16 опережающей многолучевой коронки 15 обеспечивает разрушение поверхности забоя 26 опережающей скважины 25. В то же время многолучевому ступенчатому корпусу 19 с дисковым инструментом 20 передается совмест-

ное осевое перемещение со скоростью $V_п$ и относительное вращательное движение с частотой n_2. Тем самым, дисковые инструменты 20 расширяют поверхность стенок 28 скважины до требуемого диаметра при перекатывании по поверхности ступенчатого забоя 27. В итоге резцы и забурник 16 опережающей многолучевой коронки 15 обеспечивают силовой контакт с поверхностью забоя 26, а дисковые инструменты 20 многолучевого ступенчатого корпуса 19 обеспечивают силовой контакт с поверхностью забоя 27. Под действием гравитационных сил происходит истечение продуктов разрушения вдоль лежачей поверхности пионерной скважины 24.

Во время второго этапа забуривание обеспечивается на глубину равную или превышающую длину $l_в$ верхней шлицевой секции 18 до образования поверхности ступенчатого забоя 27 расширяемой скважины, придерживаясь параметров: минимального $R_{л.\ min}$ и максимального $R_{л.\ max}$ радиусов лучей; промежуточного R_i радиуса лучей с дисковым инструментом; высоты уступа H_i и шага разрушения B_i (рис. 1, 3).

До начала третьего этапа забуривания прекращается осевое и относительное вращательное перемещение расширителя обратного хода. Производится снятие крепежного винта 22 и промежуточной втулки. Затем на верхнюю шлицевую секцию 18 устанавливается задний опорный фонарь 21 и жестко фиксируется крепежным винтом 22. По аналогии со вторым этапом забуривания, расширителю обратного хода от приводов бурового станка обеспечивается передача осевого со скоростью $V_п$, и относительного вращательного с частотой n_2 перемещений. Вместе с тем, обратным ходом обеспечивается расширение пионерной восстающей скважины 24 на всю ее длину со скоростью подачи $V_п$. Тем самым продукты разрушения 23 под действием гравитации перемещаются с поверхности забоя 26 опережающей скважины 25, а также с поверхности стенок 28 расширяемой скважины в пространство пионерной скважины 24.

Таким образом, представленное техническое решение способствует повышению эффективности гравитационного истечения разрушенной горной массы в пространство пионерной восстающей скважины в процессе разбуривания до заданного диаметра дисковыми инструментами расширителя обратного хода, формируя ступенчатую схему разрушения забоя. Что раскрывает перспективный подход к повышению скорости бурения и снижению энергоемкости процесса расширения восстающих скважин обратным ходом.

Для оценки работоспособности предложенного технического решения необходимы либо натурные производственные исследования (испытания) расширителя, что сопряжено с большими материальными и

временными затратами, либо исследования его цифрового двойника, например, расчёты взаимодействия расширителя с разрушаемыми породами методами конечных элементов, которые позволяют с приемлемой точностью выявить характерные особенности работы устройства [13–15].

Библиографический список:

1. Проходческие комбайны со стреловидным исполнительным органом. Часть 1. Опыт производства и развития : монография / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, Б.Л. Герике, Г.Д. Буялич, А.Б. Ефременков, А.Ю. Борисов; Юргинский технологический институт, Кузбасский государственный технический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 213 с.

2. Проходческие комбайны со стреловидным исполнительным органом. Часть 2. Эксплуатация и диагностика : монография / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, Б.Л. Герике, Г.Д. Буялич, А.Б. Ефременков, А.Ю. Борисов; Юргинский технологический институт, Кузбасский государственный технический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 281 с.

3. Проходческие комбайны со стреловидным исполнительным органом. Часть 3. Выбор и обоснование рабочих параметров двухкорончатых реверсивных исполнительных органов : монография / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, Б.Л. Герике, Г.Д. Буялич, А.Б. Ефременков, А.Ю. Борисов; Кузбасский государственный технический университет, Юргинский технологический институт. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 136 с.

4. Исполнительный орган проходческого комбайна избирательного действия : пат. 136086 РФ на полезную модель: МПК E 21 C 25/18, E 21 C 27/24 (2006.01) / Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Цехин А.М. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессион. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2013135402/03 ; заявл. 26.07.2013 ; опубл. 27.12.2013, Бюл. № 36.

5. Машины и инструмент для бурения скважин: монография / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Б. Ефременков, Ю.В. Дрозденко, А.Ю. Борисов; Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2022. – 174 с.

6. Маметьев, Л.Е. Повышение эффективности бурения дегазационных скважин и транспортирования разрушенного угля / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2018. – № 1. – С. 106–111.

7. Узел крепления дискового инструмента в трехгранной призме : пат. 128898 РФ на полезную модель: МПК E 21 C 27/00 (2006.01) / Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Мухортиков С.Г., Воробьев А.В. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессион. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2013100882/03 ; заявл. 09.01.2013; опубл. 10.06.2013, Бюл. № 16.

8. Устройство для защиты внутреннего пространства трехгранной призмы от продуктов разрушения : пат. 134586 РФ на полезную модель: МПК E 21 C 27/00 (2006.01) / Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Цехин А.М. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессион. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2013127350/03 ; заявл. 14.06.2013 ; опубл. 20.11.2013, Бюл. № 32.

9. Устройство пылеподавления для дискового инструмента на трехгранной призме : пат. 138704 РФ на полезную модель: МПК E 21 C 35/22, E 21 F 5/04 (2006.01) / Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Цехин А.М. ; патентообладатель Федер. гос. бюд-

жет. образоват. учреждение высш. профессион. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2013135405/03 ; заявл. 26.07.2013 ; опубл. 20.03.2014, Бюл. № 8.

10. Маметьев, Л.Е. Разработка устройства пылеподавления для реверсивных коронок проходческих комбайнов / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2014. – № 3. – С. 17–21.

11. Khoreshok A.A., Mametyev L.E., Borisov A.Yu., Vorobyev A.V. Influence of the rigid connection between discs in the tetrahedral prisms on equivalent stresses when cutting work faces. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. V. 127. p. 012039.

12. Расширитель обратного хода для бурения восстающих скважин : пат. 189655 РФ на полезную модель: МПК E 21 D 3/00, E 21 B 7/28 (2006.01) / Маметьев Л.Е, Цехин А.М., Хорешок А.А., Борисов А.Ю. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2019105781 ; заявл. 28.02.2019 ; опубл. 29.05.2019, Бюл. № 16.

13. Буялич, Г. Д. Определение деформаций рабочего цилиндра шахтной гидростойки / Г. Д. Буялич, В. В. Воеводин // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – Кемерово, 2000. – № 6 (19). – С. 70–71.

14. Буялич, Г. Д. Оценка точности конечно-элементной модели рабочего цилиндра гидростойки крепи / Г. Д. Буялич, В. В. Воеводин, К. Г. Буялич // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). – 2011. – № S2 : Горное машиностроение. – С. 203–206. – ISSN 0236-1493.

15. Radial deformations of working cylinder of hydraulic legs depending on their extension / Buyalich G.D., Buyalich K.G., Voyevodin V.V. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2015. – Vol. 91. – # 012087. – DOI 10.1088/1757-899X/91/1/012087.

⚒⚒⚒

УДК 621.313

USE OF PLANTS AFTER PHYTOREMEDIATION TO OBTAIN PEAT-BASED COMPOSITE FUEL

Zhalabkovich A.D.,
Supervisors: Zelianukha A.V., Skuratovich I.V.
National Children's Technopark,
Belarusian National Technical University, Republic of Belarus

An analysis was carried out in order to find possibility of using plants after phytoremediation of technogenically disturbed lands as components of peat-based composite fuel. The results of a study of changes in the fuel characteristics of composite fuel are presented.

One of the main reasons for the emergence of technogenically disturbed lands in the Republic of Belarus is mining. A significant part of such lands consists of saline soils in areas of potash production. An important area of restoration of saline soils is phytoremediation, the purpose of which is to eliminate contaminants, including salt. Phytoremediation restores soil fertility: plants improve the structure of the soil, increase its water-holding capacity and provide necessary nutrients.

Four crops were selected for research: barley, oats, wheat and rapeseed, which, after phytoremediation of saline lands, can be used as components for the production of peat-based composite fuel. These crops were planted in soils that were sampled at different distances from the salt dump (80 m, 300 m and 500 m) and had varying degrees of salinity. Analysis of the germination results showed that barley seeds have the best germination, while the lowest germination is characteristic of rapeseeds. However, as an analysis of literary sources has shown, cereal crops are less adaptable to unfavorable weather conditions than rapeseed. Therefore, when conducting further research, we considered cereal straw and rapeseed straw.

To analyze the possibility of using plants after phytoremediation of technogenically disturbed lands as components of peat-based composite fuel, studies of the main fuel characteristics were carried out: humidity, ash content, calorific value, which determines the energy value of the raw material.

Determination of moisture and ash content of composite fuel components (peat, grain straw, rapeseed straw) was performed in accordance with STB 2042-2010 “Peat. Methods for determining moisture and ash content”. The results of moisture determination showed that cereal straw and rapeseed straw have a fairly low moisture content of up to 10%. The average ash content of grain straw was 7.5%, rapeseed straw - 5.5%, which is significantly lower, ash content of peat - 13.5%. The lowest ash content is typical for rapeseed straw.

Determination of calorific value of combustion of composite fuel components (peat, grain straw, rapeseed straw) was carried out in accordance with GOST 147-2013 “Solid mineral fuel. Determination of the higher calorific value and calculation of the lower calorific value” using the calorimetric method. The lower heat of combustion of grain straw and rapeseed straw is quite high and amounted to 15.40 MJ/kg and 15.74 MJ/kg, respectively, which allows us to justify the possibility of their use as raw materials for the production of composite fuel.

Further in the work, studies were carried out to change the fuel characteristics of peat-based composite fuel with different contents of grain straw and rapeseed straw (from 10% to 50%). At the same time, the mois-

ture content of the working fuel for grain straw and rapeseed straw was taken to be 10%, for peat – 20%. The results obtained are shown in Table 1.

Table 1

Change in fuel characteristics of peat-based composite fuel

Indicator name	Name of composite fuel component	Share of grain straw and rapeseed straw in composite fuel, %				
		10	20	30	40	50
Ash content,%	Cereal straw	12,9	12,3	11,7	11,1	10,5
	Rapeseed straw	12,7	11,9	11,1	10,3	9,5
Calorific value, MJ/kg	Cereal straw	14,18	14,27	14,36	14,45	14,55
	Rapeseed straw	13,9	14,06	14,25	14,44	14,63
Specific consumption of composite fuel, kg/Gcal	Cereal straw	296	294	292	290	288
	Rapeseed straw	302	298	293	289	285

As it can be seen from Table 1, the ash content of composite fuel decreases, which also helps to reduce emissions of particulate matter into the atmospheric air; the value of the lower calorific value of composite samples increases with increasing percentage of grain straw and rapeseed straw in the composite. When adding cereal straw and rapeseed straw to peat, there is also a tendency to reduce fuel consumption for the production of thermal energy.

The results of determining the main fuel characteristics of plants used after phytoremediation of technogenically disturbed lands make it possible to substantiate the possibility of their use as components of composite fuel. They have a fairly high calorific value and relatively low ash content. The use of such composite fuel for energy production reduces the burden on the environment and helps reduce peat consumption.

List of references:

1. Желязко, В. И. Рекультивация и охрана земель: учебно-методическое пособие / В. И. Желязко. – Горки: БГСХА, 2021. – 190 с.

2. Казеев, К. Ш. Почвоведение. Практикум: учебное пособие / К. Ш. Казеев, С. А. Тищенко, С. И. Колесников, 2017. – 257 с.

3. СТБ 2042-2010 Торф. Методы определения влаги и зольности.

4. ГОСТ 147-2013 Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и расчет низшей теплоты сгорания. – М., 2019. – 52 с.

5. Родькин О.И., Зеленухо Е.В. Использование отходов растениеводства в качестве компонентов композитного топлив. Сборник материалов 23-й международной научной конференции «Сахаровские чтения 2023 года: экологические проблемы XXI века». – Минск: МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, 2023. Т.2 – С 233–236.

⚒⚒⚒

УДК 691.212, 666.198, 504.062

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТСЕВОВ ИЗ МАТЕРИАЛОВ ДРОБЛЕНИЯ ГРАНИТОИДНЫХ ПОРОД РУПП «ГРАНИТ»

Орловский В.Ч.
Республиканское унитарное производственное предприятие «Гранит», г. Микашевичи, Республика Беларусь

Рассматриваются проблемы образования значительного количества отсевов из материалов дробления гранитоидных пород РУПП «Гранит» и поиск перспективных направлений применения отсевов из материалов дробления плотных горных пород, позволяющих получать на их основе продукцию с высокой прибавочной стоимостью.

Ключевые слова: гранитоидные породы, отсевы из материалов дробления, циклонная пыль, теплозвукоизоляционные материалы, керамические изделия.

В Республике Беларусь (РБ) функционирует крупнейшее в Европе предприятие по добыче и переработке гранитоидных пород на базе месторождения строительного камня «Микашевичи» с объемом выпуска более 24 млн. тонн нерудных строительных материалов в год: щебня различных фракций, скальной породы переработанной, щебеночно-песчаных смесей, отсевов из материалов дробления горных пород и др.

Наиболее востребованным в строительной индустрии является так называемый «кубовидный» щебень, характеризующийся низкими показателями лещадности, обеспечивая прочность и долговечность бетона, дорожных покрытий и строительных конструкций. Требуемая форма кусков породы достигается в ходе многократного дробления исходной горной породы (три и более стадии дробления). Это обусловливает образование значительного количества отсевов из материалов дробления, что является одной из значимых проблем предприятий-переработчиков плотных горных пород: в технологии РУПП «Гранит» выход отсевов составляет до 40 % от объема перерабатываемого полезного ископаемого.

Все предприятия, перерабатывающие скальные горные породы, реализовывают отсевы дробления максимально для использования в организациях дорожной и строительной отрасли. Объёмы реализации отсевов из дробления горных пород на РУПП «Гранит» достигают 50%, а остальные размещаются в отвалах. Проблема ликвидации отва-

лов, их рационального использования и рекультивации ландшафтов в районах горных выработок является важнейшей задачей.

Отвалы отсевов дробления горных пород занимают значительные площади плодородных земель и влекут за собой нарушение структуры и целостности экосистем, изменение рельефа, образование провалов и проседание земной поверхности, загрязнение химическими веществами, а также нарушают гидрогеологические и эколого-геологические условия на территории их размещения.

Отдельно следует отметить огромный вред, наносимый окружающей среде пылевидными фракциями отсевов, которые являются мощным источником загрязнения воздушного бассейна в регионе.

Под воздействием природных процессов (выветривание, разложение) в породах, складируемых в отвалы, происходят физические и химические изменения, в результате которых ухудшаются потребительские свойства потенциального сырья, происходит их обесценивание и безвозвратная потеря.

Эти данные подтверждаются периодически проводимыми анализами свойств отсевов из материалов дробления горных пород РУПП «Гранит», в которых выявляется высокое содержание пылевидных фракций, несбалансированный гранулометрический состав, наличие засоряющих примесей, что делает нецелесообразным использование отсевов дробления в технологии производства строительных материалов.

Предпринимаемые попытки вовлечения отсевов в другие отрасли промышленности, например, в производство бетонов, сухих строительных смесей, керамических материалов и др. не приносят желаемых результатов. В целом, объемы использования отсевов в РБ невелики. Такая же ситуация с отсевами в Российской Федерации (РФ), где используются менее 20 % образующихся отсевов, в основном для отсыпки карьерных и региональных дорог.

Выходом из сложившейся ситуации является поиск новых областей применения отсевов дробления горных пород, позволяющих получать на их основе продукцию с высокой прибавочной стоимостью.

В 2022-2023 годах на РУПП «Гранит» была проведена научно-исследовательская работа (НИР) с целью определения возможности использования отсевов из материалов дробления гранитоидных пород для производства теплозвукоизоляционных материалов [1].

В ходе пофракционного изучения отсевов дробления гранитоидных пород Микашевичского месторождения выявлена их важная особенность, а именно зависимость химико-минералогического соста-

ва породы от степени ее измельчения, то есть от размеров зерен. Зерна кварца (свободный кремнезем) остаются в крупных фракциях породы, в то время как ее мелкие фракции менее 20 мкм практически их не содержат. По мере увеличения размеров зерен вплоть до 0,63 мм содержание кварца медленно возрастает до 2,5–3,0 %, что не сказывается негативно на характеристиках расплавов. Дальнейший рост размеров зерен приводит к резкому росту содержания в отсеве свободного SiO_2. Таким образом, фракции отсевов более 0,63 мм не пригодны для получения минерального волокна.

Изменения минералогии измельченной породы отражаются на ее химическом составе, который в итоге становится близким к составам базальтов, пригодных для получения минерального волокна. Таким образом, отсевы дробления гранитоидных пород РБ представляют интерес с точки зрения производства минерального волокна на их основе для производства минерального волокна, как непрерывного, так и штапельного. Предпринятое изучение свойств расплавов, полученных на основе отсевов дробления гранитоидных пород РБ, в лабораторных условиях показало, что по основным характеристикам они близки к украинским базальтовым породам, широко используемым в производстве минеральных волокон.

Таким образом, рассматривалось два варианта использования отсевов дробления гранитоидов РБ:

– производство штапельного минерального волокна с последующим получением теплозвукоизоляционных материалов;

– производство непрерывного минерального волокна, ориентированного, прежде всего, на получение композиционных материалов и изделий.

Нами выбран первый вариант, а именно: производство изделий для теплоизоляции в силу следующих обстоятельств:

– высокая производительность оборудования; мощность цеха в 40–60 тыс. т/год легко обеспечивается современными технологиями производства штапельного волокна;

– относительно низкие затраты на производство, связанные с отсутствием необходимости использования платины и ее сплавов для бушингов (60 % от общих затрат на производство непрерывных волокон);

– использование мощных электрических гарнисажных печей для получения расплава производительностью до 10 т/ч расплава;

– высокопроизводительное оборудование для формирования волокон (валковые центрифуги);

– наконец, по данным Агентства стратегического и экономического развития объем, ввозимых в Республику теплоизоляционных материалов, составил около 60000 т в 2020 г.

Технологии же и оборудование для получения непрерывного минерального волокна обеспечивают в лучшем случае объемы производства 2,5–3,0 тыс. т/год при существенно больших затратах на производство. Кроме того, производство и, в особенности, использование волокна для получения композитных материалов на основе минеральных волокон как в РБ, так и в РФ находятся в зачаточном состоянии и требуют больших вложений.

На основе фракции 0–0,63 мм разработан состав шихты для производства минераловатных плит, включающий 64,5 % отсевов дробления гранитоидов, 18 % доломита, 2,5% гидроксида алюминия и 15% отходов производства (после переработки возвращаются в производство). Таким образом достигается оптимальное соотношение компонентов премикса – 5:1. Температура гомогенизации и литья шихты около 1490 °С.

Данный проект следует рассматривать как наиболее эффективный способ использования отвального продукта – дисперсной части отходов дробления гранитоидных пород РУПП «Гранит» для выпуска высокорентабельного продукта – теплозвукоизоляционных плит на синтетическом связующем. Следует добавить, что созданный в результате выполнения НИР технологический процесс не имеет аналогов в производстве минераловатной продукции и открывает новые возможности для Республики: страна имеет возможность не только стать производителем изделий с высокой прибавочной стоимостью на основе отвального продукта, но и экспортером ценного сырья для получения минеральной ваты.

Также, параллельно с вышеуказанной НИР на РУПП «Гранит» проводились исследования отсевов с целью определения возможности использования их для производства строительных изделий [2] и [3].

Рассматриваемая технология позволяет изготавливать, с использованием гранитных отсевов, широкий спектр строительных изделий – изделий, которые исходя из схожести химического состава исходного сырья и технологии производства, целесообразно рассматривать, как керамические изделия.

В ходе проведения НИР были изготовлены опытно-промышленные образцы (формовочная смесь 50 % крупнозернистой и 50 % мелкозернистой фракции): тротуарной плитки методом вибропрессования; облицовочного пустотелого кирпича методом гиперпрес-

сования; рядового трехпустотного кирпича и полнотелого кирпича методом прессования.

В результате выполненной работы выявлено, что для получения бездефектного полуфабриката изделия, формовочную смесь необходимо прессовать методом гиперпрессования и использовать мелкозернистую фракцию с удельной поверхностью более 3800 см^2/г. Так как гранитоидные порошки относятся к сыпучим материалам, особенностью которых является подвижность частиц относительно друг друга и способность перемещаться под действием внешней силы, определены их реологические свойства: угол естественного откоса составляет 33–47°, насыпная плотность от 1,08 до 1,41 г/см^3.

Определена величина плотности упаковки порошков Куп, так как она определяет конечную плотность полуфабриката и готового изделия и составляет для сухих смесей – 0,613–0,671, для увлажненных – 0,669–0,720. Установлено, что с ростом дисперсности сырьевой смеси увеличивается и оптимальная влажность смеси, в составах порошков с увеличением доли крупнозернистой фазы. При увеличении влажности выше 8 % коэффициент упаковки стабилизируется, а в некоторых случаях наблюдается разуплотнение.

В результате исследований установлено влияние гранулометрического состава на основные технологические стадии и определены их параметры: содержание мелкозернистой фракции от 30 до 50 % и крупной от 50 до 70 % обеспечивает оптимальную упаковку частиц; оптимальное усилие прессования должно составлять от 20 до 70 МПа, влажность формуемой смеси не выше 8 %.

На основании полученных данных можно сделать вывод о принципиальной возможности получения широкого спектра керамических материалов с заданными эксплуатационными свойствами на основе отсевов гранитоидных пород.

С учетом комплексного изучения выявлены следующие направления и мероприятия по рациональному использованию отсевов из материалов дробления гранитоидных пород:

– использование существующих на РУПП «Гранит» производственных мощностей по переработке отсевов и их реализация с фактическими характеристиками;

– создание новых технологий и оборудования для переработки и модифицирования физико-механических и химических свойств отсевов, позволяющие дальнейшее использование в производстве строительных материалов и востребованное применение этих материалов на стройках народного хозяйства;

– разработка технологий и комплекса оборудования для производства строительных материалов различного назначения из гранитных отсевов, не переработанных и переработанных;

– разработка и внедрение в Республике Беларусь технических нормативных правовых актов (ТНПА) по переработке гранитных отсевов и применении их в производстве строительных материалов из отсевов, а также при проектировании и строительстве.

Библиографический список:

1. Выполнить исследования отсевов из материалов дробления гранитоидных пород РУПП «Гранит» с целью их использования для производства теплозвукоизоляционных плит: Отчет НИР: (заключ.) / БГТУ; Руководитель И.М. Терещенко. – № ГР 20221742; Инв. № 97704 – Минск. – 2023.

2. Выполнить исследования отсевов из материалов дробления горных пород РУПП «Гранит» с целью их использования для производства строительных изделий: Отчет о НИР (заключ.) / РУП «Институт БелНИИС»; Руководитель Н.Г. Бурсов. – № ГР 20221573; Инв. № 98136. – Минск. – 2023.

3. Лешкевич О.Н., Бурсов Н.Г., Линкевич А.А., Гарцевич Н.А., Димитриади Н.П.; Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие по строительству "Институт БелНИИС". Способ изготовления строительного изделия, строительное изделие и сырьевая смесь для него. Евразийский патент № EA041527B1. Дата подачи заявки 06.01.2022. Дата публикации и выдачи патента 01.11.2022.

УДК 669.14, 669.15

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОАБРАЗИВНОГО ИЗНОСА ФРЕЗЫ ТОРФОДОБЫВАЮЩЕЙ МАШИНЫ

Яконовская Т.Б.

Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия

В статье приводятся результаты исследования процесса гидроабразивного износа шнек-фрезы торфодобывающей машины, используемой в технологии гидродобычи торфа. Показано влияние различных факторов на интенсивность снашивания рабочей поверхности шнек-фрезы. Наряду с усталостным разрушением шнек-фрезы торфодобывающей машины наблюдаются признаки ударно-абразивного и гидроабразивного изнашивания при этом р*абочая поверхность режущего элемента фрезы подвержена разрушающему воздействию кавитаций.*

Ключевые слова: торф, шнек-фреза, гидроабразивное изнашивание, кавитация, стендовые испытания.

Одной из траекторий современного развития геотехнологий в области добычи торфа является гидровлический (гидромеханизированный, гидрофрезерный) способ. Эта геотехнология использовалась при разработке торфяных месторождений в России в 1950-е годы. Причина, по которой был разработан способ гидровлической добычи торфа, связана с наличием на любом торфяном месторождении пней и стволов погребенной древесины, то есть высокопнистых участков месторождений. Современной интерпретацией гидровлической добычи торфа, в настоящее время, занимаются Санкт-Петербургская торфяная школа, где она получила новое название – «климатосберегающая геотехнология» и Уральская торфяная школа [1-3]. Понимание этой технологии у разных торфяных школ довольно сильно отличается:

1. В Санкт-Петербургской торфяной школе суть гидровлического способа добычи торфа заключается в добыче фрезерного торфа на неосушенных или обводненных залежах с использованием воды в технологическом процессе экскавации торфа посредством вертикального фрезерования шнек-фрезой. По этой геотехнологии не нужно осушать месторождение поэтому минимизируется риск возникновения пожароопасной ситуации на территории торфяника.

2. В Уральской торфяной школе суть геотехнологии гидровлического способа добычи торфа соответствует классическому пониманию. Добыча торфа производится с помощью размыва торфяного массива струей воды.

Главной технологической машиной в способе гидровлической добычи торфа в Санкт-Петербургской торфяной школы является фрезерный агрегат с рабочим органом типа шнек-фреза, одно- или многоковшовый экскаватор. В геотехнологии Уральской торфяной школы основное оборудование – земснаряд. Однако, ни та ни другая торфяная школа в своих многочисленных описаниях гидравлической технологии добычи торфа, набора технологического оборудования и технико-экономических расчетов не уделяет внимание вопросу влияния гидроабразивного износа поверхностей рабочих органов машин по гидродобыче торфа и другому технологическому оборудованию (пульпопроводу).

Сложность протекания *гидроабразивного изнашивания деталей технологического оборудования,* недостаточная изученность процесса в целом на различных гидросмесях послужили причинами того, что к настоящему времени отсутствуют общепризнанные данные и достоверные методы расчета этого вида изнашивания, не существуют стандартные или получившие всеобщее признание методы испытаний как материалов, так и различных устройств на износостойкость, а для тру-

бопроводного оборудования по транспортированию торфяной пульпы нет даже достаточно-обоснованных рекомендаций по повышению его износостойкости [4, 5].

При гидроабразивном изнашивании носителем абразивных частиц является жидкость. Поэтому интенсивность гидроабразивного изнашивания зависит от факторов, управляющих формированием процесса изнашивания (скорость, масса частиц, угол атаки и др.) с учетом разупрочняющего действия жидкой среды на поверхностный слой детали. Этому виду изнашивания подвергаются рабочие поверхности шнек-фрез, ковшей экскаваторов, насосов земснарядов и многочисленного горнообогатительного оборудования (гидроциклонов, флотационных машин, сепараторов, пульпопроводов и др.).

Закономерности этого сложного процесса исследовали ряд отечественных и зарубежных ученых (С.П. Козырев, М.М. Тененбаум, Е. Кригель, Г. Финне и др.). Силовая схема взаимодействия частиц и среды с поверхностью детали такая же, как и при газоабразивном изнашивании, т.е. решающую роль в этом процессе играет угол атаки. Так же, как и при газоабразивном изнашивании на поверхности изнашиваемой детали образуются своеобразные волны износа, а в некоторых случаях даже более явно выраженные [6, 7]. Направление волн соответствует направлению движения потока, в том числе и его завихрений (рис. 1).

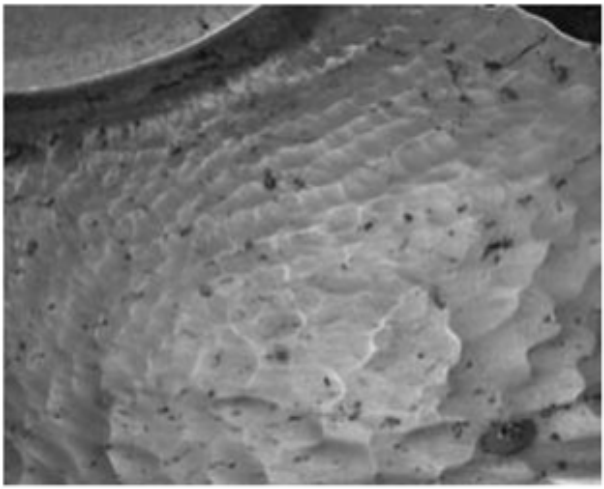


Рис. 1. Характер износа рабочей поверхности торфяной шнек-фрезы в гидроабразивном потоке (материал – хромоникелевый чугун ИЧХ28Н2)

Присутствие жидкости в зоне соударения абразивных частиц с поверхностью детали активизирует этот процесс за счет вымывания, очищения контакта от мелких абразивных частиц, а также за счет расклинивающего действия жидкости на микротрещины поверхности. Абразивные частицы, движущиеся в жидкости с определенной скоростью, представляют собой более устойчивую и стабильную систему, в которой взаимное соударение частиц при их движении, отскок, рикошет от поверхности изнашивания затруднены сопротивлением жидкой фазы определенной вязкости. В то же время жидкость лучше охлаждает изнашиваемую поверхность, является своего рода смазкой при ударе частицы со скольжением, что в свою очередь снижает коэффициент трения и соответственно, интенсивность изнашивания деталей. Однако при определенных значениях скорости гидроабразивного потока и давления, абразивное изнашивание в жидкости усиливается и усложняется кавитацией [8, 9].

Интенсивность гидроабразивного изнашивания материалов и деталей машин может быть выражена зависимостью:

$$I_h = f(\vartheta, \rho, d, \alpha, H_a, H_м, m, \sigma_a, \sigma_м, O, T, t, A), \qquad (1)$$

где ϑ - линейная скорость потока абразива; ρ - плотность абразивной частицы; d - диаметральный размер абразивной частицы; α - угол атаки; $H_а$ - твердость абразива; $H_м$ - твердость материала образца; m - масса частицы; $\sigma_а$ - прочность абразива; $\sigma_м$ - прочность материала образца; O - окатанность абразивной частицы; T - температура на поверхности детали; t - время испытаний; A - агрессивность среды.

Известны многочисленные примеры изнашивания деталей машин, механизмов и инструментов, вызванного ударом по закрепленному (монолитному) или незакрепленному абразиву в виде свободно расположенных на твердой поверхности частиц или глыб породы. Схема взаимодействия наконечника торфяной шнек-фрезы с обводненным торфяным монолитом показана на рис. 2.

Прямое внедрение твердой частицы в образец под действием удара создает на нем углубление в виде лунки, приближенно копирующее геометрию частицы (рис. 3).

Наблюдения, проведенные в условиях *гидроабразивного изнашивания,* показывают, что легированные стали обладают большей сопротивляемостью к воздействию сложной гидроабразивной торфо-древесно-минеральной смеси, чем углеродистые. В этом отношении они являются предпочтительными, как и при выборе материала для деталей, подверженных кавитационной эрозии.

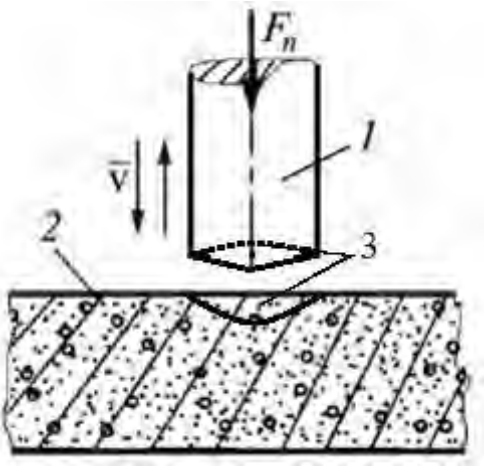


Рис. 2. Схема воздействия наконечника шнек-фрезы 1 при ударе по торфяному монолиту (абразиву) 2, лунка от удара 3

Рис. 3. Топография изношенной металлической поверхности наконечника торфяной шнек-фрезы при ударе по торфяному монолиту

Для лабораторного определения износостойкости материалов при *гидроабразивном изнашивании* в различное время было предложе-

но достаточно большое количество приборов и устройств. Поэтому, автором был разработан стенд, который обеспечивает воспроизведение всех основных факторов *гидроабразивного изнашивания различного горного технологического оборудования,* контроль параметров гидросмеси и проведение испытаний в автоматическом режиме [10]. В таких условиях возможно получение достоверных и сравнимых результатов после обработки экспериментальных данных статистическими методами.

Таким образом, можно заключить, что при *гидроабразивном изнашивании* разноразмерными абразивными частицами торфо-древесно-минеральной смеси увеличение содержания углерода в стали благоприятно влияет на ее износостойкость. Положительное влияние углерода связано с тем, что он является одним из основных компонентов, повышающих твердость структурных составляющих стальных наплавок. Развитие процессов разрушения во времени позволяет говорить об усталостной природе *гидроабразивного изнашивания.* Наряду с усталостным разрушением металла рабочей поверхности торфяной шнек-фрезы были отмечены признаки *ударно-абразивного и гидроабразивного изнашивания.*

Библиографический список

1. Яконовская Т.Б. Эволюция понятия «рациональные технологии разработки месторождений» в торфодобывающей отрасли // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики, Тула - Минск - Донецк, 02–03 ноября 2022 года / под общей редакцией доктора технических наук, проф. Р.А. Ковалева. – Тула - Минск - Донецк: Тульский государственный университет, 2022. – С. 188-192. – EDN QXWOQW.

2. Разработка ресурсосберегающей технологии комплексного освоения торфяных месторождений / Г.Л. Макаренко, А.Е. Тимофеев, Т.Б. Яконовская, В.А. Беляков // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2009. – № 3(81). – С. 157-161. – EDN KNVRTT.

3. Макаренко Г.Л., Яконовская Т.Б., Тимофеев А.Е. Технологические, экологические и экономические аспекты комплексного освоения торфяных месторождений // Торф и бизнес. – 2008. – № 4(14). – С. 17-26. – EDN LXCPCA.

4. Яконовский П.А., Яконовская Т.Б. Проблемы фрикционного износа мультисенсорных геофизических приборов для контроля технического состояния труб обсадных колонн // Механика и физика процессов на поверхности и в контакте твердых тел, деталей технологического и энергетического оборудования. – 2021. – № 14. – С. 79-85. – EDN BMMOLB.

5. Влияние изменений горно-геологических условий освоения торфяного месторождения на конструкцию торфодобывающего оборудования / Т.Б. Яконовская, А.И. Жигульская, А.С. Сергеева, Е.А. Сувырин // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: Материалы 16-ой Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики, Тула, Минск, Донецк, 19-20 ноября 2020 года. – Тула: Тульский государственный университет, 2020. – С. 97-103. – EDN TZEEFH.

6. Анализ эксплуатационных свойств торфяных машин и оборудования с целью вы-

явления перспективных направлений их модернизации / А.И. Жигульская, Т.Б. Яконовская, Ю.В. Соболь [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 1. – С. 66-70. – EDN TJLJFB.

7. Яконовская Т.Б., Жигульская А.И., Оганесян А.С. Влияние качества конструкции торфяных машин на качество их работы // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2020: сборник тезисов, Санкт-Петербург, 23-24 апреля 2020 года / Санкт-Петербургский горный университет. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2020. – С. 422-424. – EDN MEIMTP.

8. Яконовская Т.Б. Проблемы информатизации анализа геологических данных предприятий по добыче торфа // Интеллектуально-информационные технологии и интеллектуальный бизнес (ИНФОС-2020): материалы одиннадцатой заочной международной научно-технической конференции, Вологда, 29–30 июня 2020 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. – С. 89-93. – EDN BDSLHU

9. Модернизация комплексов машин для ресурсосберегающих технологий добычи торфодревесного сырья / А.И. Жигульская, О.В. Шамбер, Т.Б. Яконовская, А.С. Оганесян // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: материалы 11-й Международной конференции по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики, Тула, 05–06 ноября 2015 года / Под общей редакцией Р.А. Ковалева. – Тула: Тульский государственный университет, 2015. – С. 96. – EDN YNPCVT.

10. Яконовская Т.Б. Ретроспективный анализ жизненного цикла развития торфяной отрасли / Т.Б. Яконовская // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: Науки об обществе и гуманитарные науки. – 2022. – № 3(30). – С. 85-94. – DOI 10.46573/2409-1391-2022-3-85-94. – EDN AKQDAG.

УДК 622.331

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРИ ОЦЕНКЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ФРЕЗЕРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Зюзин Б.Ф., Жигульская А.И., Оганесян А.С., Сергеева А.С.
Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия

Рассматриваются принципы цифровизации при оценке технико-экономической эффективности работы фрезерующих устройств на основе предложенного вычислительного алгоритма. Предложен энергетический критерий оценки эффективности.

Ключевые слова: цифровизация, фрезерующие устройства, технико-экономическая эффективность.

Когда же речь заходит о цифровизации производства, то подразумевается переход промышленных процессов в сферу автоматизации, киберфизических систем и интернета.

Технико-экономическая эффективность фрезерного агрегата зависит от качественной характеристики торфяной залежи, климатических условий, уровня качественного состояния поверхности технологических площадей, схемы производства торфа, длительности выполнения-основных операций процесса, от квалификации машинистов, технического состояния самой машины и т.д.

Она определяется в основном рабочей скоростью, шириной захвата, установленной мощностью двигателя, а также рядом конструктивных параметров рабочего органа, режимами экскавации фрезерующего устройства, влияющих на технологические показатели процесса производства фрезерного торфа.

Применение методов математического моделирования и средств вычислительной техники позволяет производить обоснованный выбор оптимальных параметров и режимов работы фрезерного агрегата с меньшими трудовыми затратами в кратчайшие сроки.

Одним из этапов построения математической модели процесса поверхностного фрезерования торфяной залежи являются выбор и обоснование критериев оценки эффективности фрезерующих устройств.

В статье [1] рассмотрен показатель эффективности фрезерного агрегата исходя из условия наилучшего распределения энергозатрат среди составляющих баланса мощности.

Наиболее распространенным и принятым показателем затрат энергии на экскавацию является удельная работа фрезерования, отнесенная к 1 м^3 сфрезерованной массы, $A_{уд}$.

Возможности данного показателя как энергетического критерия оценки эффективности работы фрезерного агрегата ограничены.

Снижение энергозатрат $A_{уд} \rightarrow \min$ за счет увеличения поступательной скорости, уменьшения окружной скорости, а также постановка меньшего числа ножей в плоскости резания, приводит к резкому сокращению количества торфа в расстиле, несмотря на имеющийся при этом рост производительности фрезерующего устройства в га/ч.

Чрезмерное увеличение окружной скорости ведет к неоправданным затратам энергии и интенсивному диспергированию торфяной залежи. Анализ выбранного показателя проведен при сохранении постоянного значения удельной работы фрезерования, что обеспечивало подобие технологических параметров операции ($A_{уд}$=const).

Более общим является случай, когда $A_{уд} \neq$const.

При этом значение удельной работы фрезерования в значительной степени определено окружной скоростью на рабочем органе, поступательной скоростью, глубиной фрезерования, а также типом экскавирующего элемента и физико-механическими свойствами торфяной залежи.

В свою очередь, режимы работы фрезерующего устройства решающим образом влияют на формирование расстила фрезерной крошки [66, 86].

Следует установить такой критерий, который выражал бы взаимосвязь энергетических и кинематических характеристик процесса фрезерования с технологическими показателями, определяющими требования, предъявляемые к данной операции.

Таким обобщенным критерием энергоемкости может являться комплексный показатель, характеризующий удельные затраты энергии на формирование расстила фрезерной крошки

$$Э = (A\,П_с) / (Q\,П_п) \rightarrow \min, \text{ кВт ч/т},$$

где А – удельная работа фрезерования, кДж/м^3; $П_с$ – секундная производительность, м^3/с; Q – количество торфа в расстиле, т/га; $П_п$ – производительность фрезерного агрегата, га/ч.

На рис. 1 приведена структурная схема алгоритма определения обобщенного критерия энергоемкости.

Алгоритм включает в себя вычислительную программу «Milling», предназначенную для определения кинематических характеристик процесса фрезерования [2].

Разработанная на основе данного алгоритма математическая модель позволяет проводить оценку эффективности работы фрезерующих устройств по критерию минимума затрат энергии на формирование расстила фрезерной крошки.

В качестве примера приведена оценка эффективности работы фрезерного агрегата ФПр-9,5 – ДТ-75М.

Анализ режимов работы агрегата выполнен учетом конкретных условий его эксплуатации на залежах верхового типа.

Достаточная мощность трактора позволяет варьировать скоростной режим работы в широком диапазоне $\lambda = 2{,}62 – 5{,}5$.

Выбор рационального режима обусловлен не только минимумом значения критерия энергоемкости, но и обеспечением при этом заданных условий по формированию гранулометрического состава.

Для выполнения оптимальных условий сушки необходимо, чтобы средний размер фракций крошки приближался к 10 – 25 мм.

В данном примере благоприятными являлись режимы при подаче на нож С = 0,1 м и глубине фрезерования h = 15–20 мм, что со ответ-

ствует значению скоростного параметра $\lambda = 4$, или IV скорости передвижения трактора.

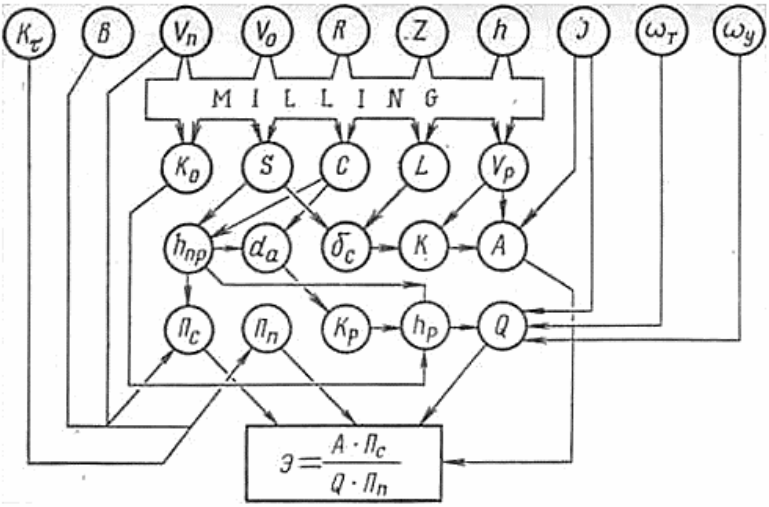


Рис. 1. Структурная схема определения обобщенного критерия энергоемкости
B – ширина захвата фрезы; $v_п$ – поступательная скорость; v_0 – окружная скорость; R – радиус фрезы; z – число ножей в плоскости резания; h – глубина фрезерования; J – объемная масса торфа; $K_τ$ – технологический коэффициент; $ω_т$, $ω_у$ – влажности фрезеруемого торфа и уборочная; K_0 – коэффициент остаточной площади; s – площадь сечения стружки; C – подача на нож; L – длина дуги контакта; v_p – скорость резания; $h_{пр}$ – приведенная глубина фрезерования; d_a – средневзвешенный диаметр частиц крошки; $δ_c$ – средняя толщина стружки; K – коэффициент сопротивления резанию; K_p – коэффициент разрыхления; h_p – высота расстила

На рис. 2 приведены результаты расчетов, выполненных при помощи разработанной модели процесса фрезерования [3].

Функции $A = f(\lambda)$ являются монотонными, тогда как зависимости $Э = f(\lambda)$ носят экстремальный характер, на них можно выделить оптимальную зону, соответствующую условию $Э \rightarrow \min$.

Как видно из графиков, она определена режимами при $\lambda = 4 – 7$.

Рост глубины фрезерования сдвигает зону оптимальности в область с меньшими значениями $\lambda < 7$. С учетом вышесказанного рациональных является зона для $\lambda = 4 – 4{,}5$, которая наряду с минимальными энерго затратами удовлетворяет условию по формированию гранулометрического состава.

После назначения режима работы, согласно рис. 3, уточняется

окружная скорость на рабочем органе для заданного значения поступательной скорости.

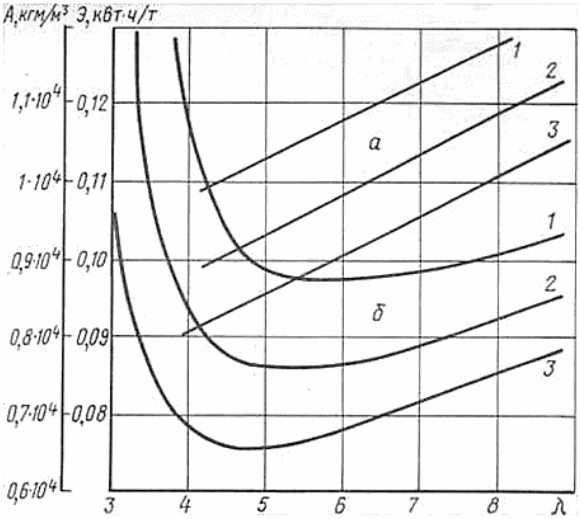


Рис. 2. Оценка эффективности фрезерующего устройства при глубине фрезерования:
1 – 11 мм; 2 – 15 мм; 3 – 20 мм; а – по удельной работе фрезерования; б – по критерию энергоемкости

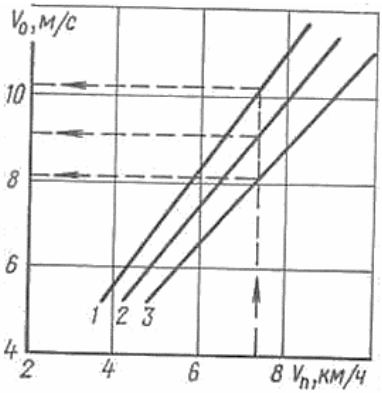


Рис. 3. Определение окружной скорости на рабочем органе:
1 – λ=5; 2 – λ=4,5; 3 – λ=4

Рассмотренный энергетический критерий оценки эффективности фрезерующих устройств позволяет производить обоснованный вы-

бор оптимальных режимов их работы. Данный пример анализа является базовым на пути внедрения цифровизации в процесс проектирования фрезерующих устройств для торфяной залежи [4].

Библиографический список:

1. Анализ эффективности работы ножевых фрезерующих устройств / Л.М. Малков, Л.Н. Самсонов, Б.Ф. Зюзин // Торфяная промышленность. 1979. № 11. С. 9 – 11.

2. Зюзин Б.Ф. Общая теория кинематики фрезерующих устройств: монография. Калинин: КПИ, 1990. 208 с. Деп. в ЦБНТИ МТП РСФСР 11.04.90.

3. Зюзин Б.Ф., Смирнов Г.А., Долженко А.Б. Методика выбора оптимальных параметров и режимов работы фрезерующих устройств. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Калинин: КПИ, 1989. 32 с.

4. Зюзин Б.Ф., Жигульская А.И. Технологические машины и оборудование для разработки торфяных месторождений. Оптимальные параметры и режимы работы фрезерующих устройств: монография. Тверь: ТвГТУ. 2023. 175 с.

УДК 622.331.001.5

ОПЫТНАЯ ОЦЕНКА УСИЛИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ТОРФЯНОЙ СРЕДЫ

Зюзин Б.Ф., Жигульская А.И., Оганесян А.С.
Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия

Рассматриваются результаты экспериментальных исследований по оценке усилия сопротивления среды в зависимости от параметров и режимов фрезерования торфяной залежи.

Ключевые слова: усилие сопротивление среды, экспериментальные исследования, торфяная среда.

Для экспериментальной оценки изменения усилия резания при фрезеровании использован метод регистрации составляющих P_t и $P_н$ при помощи тензоизмерительных приборов – двухкомпонентных динамометров. При этом характер регистрирующих диаграмм изменения составляющих усилия резания будет отражать кинетику каждой из реологических моделей для P_t и $P_н$, а отношение $\Psi = P_н / P_t$ будет определять основные тенденции развития процессов разрушения срезаемого слоя торфяной залежи.

В зависимости от соотношения составляющих усилия резания возможны два случая. Первый с преобладанием тангенциальной, вто-

рой – с преобладанием нормальной составляющей усилия резания. В обоих случаях вектор нормальной составляющей определяет направление приложения суммарного усилия резания P_{Σ}. По характеру воздействия P_{Σ} на срезаемый слой торфяной залежи можно судить о физико-механических процессах его разрушения.

Количественное значение показателя Ψ может служить критерием качественной оценки характера процесса разрушения.

При Ψ>1 преобладает дробление (измельчение) материала, сопровождающееся большими затратами энергии. При Ψ<1 наблюдаются процессы срезания и скалывания слоя материала, образуется укрупненная крошка, снижаются затраты энергии на разрушение единицы объема материала.

С позиций рациональной схемы разрушения слоя материала случай для $\Psi \to 0$ является идеальным и отвечает условиям чистого резания – деформирования. При обычном резании функция $\Psi = f(t)$ относительно постоянная. Процесс разрушения стабилизирован. Его особенности определены соотношением структурно-механических свойств торфяной залежи и режимных параметров.

В случае изменения режимных параметров во времени взаимодействия режущих элементов рабочего органа с торфяной залежью, что характерно для фрезерования, функция $\Psi = f(t)$ отражает динамику изменения процессов разрушения срезаемого слоя.

В процессе экспериментальных исследований по оценке влияния режимных параметров на процесс разрушения слоя торфяной залежи контролировались следующие параметры: $\acute{\alpha}_p$ – угол резания, $\acute{\alpha}_3$ – задний угол установки режущего элемента, v_p – скорость взаимодействия (скорость резания), h – глубина резания, d – степень затупления режущего элемента; δ – средняя толщина срезаемой стружки для различных типов режущих элементов. Наиболее существенное влияние на дробление материала оказывает параметр $\acute{\alpha}_3$ и соотношение параметров h/d.

Однако эти факторы могут быть упразднены соответствующим выбором режимных параметров при Ψ<1.

Метод количественной и качественной оценки функциональных процессов [74] может установить области минимального снижения дробления слоя торфяной залежи при Ψ = 0,5 – 0,4 (рис. 1).

Как видно из данных табл. 1, минимальным значениям показателя Ψ соответствуют минимальные значения коэффициента сопротивления резанию K_p независимо от типа режущих элементов.

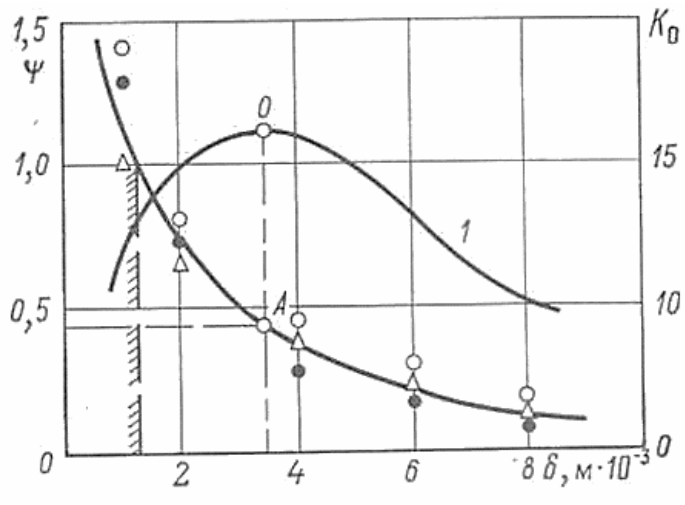


Рис. 1. Зависимость ψ = f(δ) при фрезеровании древесины режущими элементами различного типа:○ – проходным ножом; Δ – тарельчатым ножом; ● – плоским ножом; 1 – функция качественной оценки

Таблица 1.

Энергетические показатели взаимодействия фрез с древесиной на маятниковом копре

Энергетические показатели	Толщина срезаемой стружки, м 10^{-3}				
	1	2	3	4	5
Проходной нож, $\alpha_р = 32°$, $\alpha_з = 10°$					
Ψ	1,40	0,79	0,43	0,29	0,18
$K_Р$, кПа	5611	4522	3767	3071	2570
Тарельчатый нож, $\alpha_р = 30°$, $\alpha_з = 10°$					
Ψ	0,99	0,66	0,39	0,23	0,13
$K_Р$, кПа	12164	8299	6346	5808	5248
Плоский нож, $\alpha_р = 30°$, $\alpha_з = 10°$					
Ψ	1,27	0,70	0,29	0,17	0,12
$K_Р$, кПа	7387	6082	5042	4218	3738

Большое влияние на прочность слоя торфяной залежи оказывает концентрация в нем напряжений, причина возникновения которых может быть различна: внешние повреждения поверхности из-за воздействия ходовых устройств торфяных машин, усадочные трещины, наличие древесных и волокнистых включений и другие причины, вы-

зывающие локальное повышение напряжений в отдельных точках поля напряжения.

В соответствии с теориями Мора – Зеленина разрушение материала может происходить не только от касательных напряжений, но и от нормальных напряжений σ_p, когда последние по своей величине достигнут в опасном сечении предельных значений для данного материала.

Специфика фрезерования заключается в том, что в процессе резания режущий элемент (клин) по мере заглубления в слой торфяной залежи по криволинейной траектории меняет свой угол резания относительно направления вектора скорости резания.

При этом осуществляется комбинированный метод резания – внедрение клина с последующим отжатием его в сторону открытой стенки (дневной поверхности торфяной залежи или поверхности предварительного реза). Этот метод наиболее эффективен вследствие малой энергоемкости и высокой производительности.

Разработка физико-механических принципов стружкообразования при фрезеровании – результат нового направления исследований в области механики торфа и торфяной залежи, рассматривающего процессы, протекающие за пределом упругих деформаций.

Поэтому если существующую механику, изучающую торфяную залежь статической нагрузке или определяющую напряженно-деформационное поведение торфа в зависимости от его физико-механических свойств, назвать статикой механики торфа и торфяной залежи, то теорию стружкообразования при фрезеровании торфяной залежи различными методами справедливо назвать динамикой механики торфа и процессов разрушения торфяной залежи.

Основа такой теории – вскрытые научным экспериментом физико-механические принципы и сущность изучаемого процесса, на базе которой возможно построение правильной гипотезы, исходной для математического обобщения.

Научная новизна данного направления заключается в разработке основ теории стружкообразования при фрезеровании торфяной залежи, включающей основные физико-механические принципы формирования стружки, расчета, моделирования и выбора оптимальных параметров и режимов работы фрезерующих устройств, обеспечивающих обоснование основных тенденций развития методов фрезерования и определение приоритетных направлений в совершенствовании техники и технологии добычи фрезерного торфа как исходного продукта комплексной переработки и использования в народном хозяйстве.

Силу резания грунта на резец принято выражать через ее ортогональные компоненты: P_t – совпадающую с направлением движения резца и P_n – направленную перпендикулярно поверхности, описываемой режущей кромкой резца. Силу P_t определяют через сечение стружки и коэффициент сопротивлению резанию. Нормальную же составляющую P_n определяют в долях величины P_t, полагая, что $P_n = \psi P_t$, где ψ – коэффициент пропорциональности, который является отношением составляющих силы реакции грунта на резец, т.е. $\psi = P_n/P_t$.

Таким образом, величина ψ определяет необходимую силу нажатия резца, обеспечивающую заданную толщину срезаемой стружки.

Схема предельного состояния структурной системы (рис. 2) может быть применена для оценки предельного сопротивления разрушения (резания) среды.

Расчетные зависимости для предельного равновесного состояния структурной системы:

$$P_n = X_м = 2X_1X_3/(X_1 + X_3);\ P_t = X_м\ \mathrm{tg}\varphi;$$

$$\psi = \mathrm{ctg}\varphi = P_n / P_t;\ P_\Sigma = X_м/\cos\varphi;\ P_t/P_\Sigma = \sin\varphi;\ P_n/P_\Sigma = \cos\varphi,$$

где P_n – нормальная составляющая усилия резания, P_t – тангенциальная составляющая усилия резания.

Отсюда получаем уравнение напряженно-деформированного состояния (НДС) в виде зависимости $(P_n/P_\Sigma)^2 = cos^2\varphi = 1/(1 + 1/\psi^2)$, где параметр НДС будет равен $\Pi_К = \psi$.

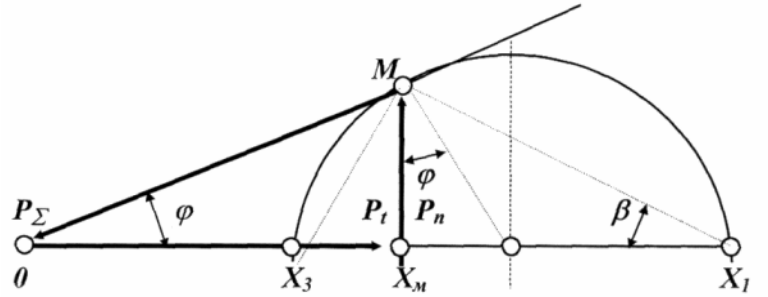


Рис. 2. Схема определения усилия сопротивления среды

В технической литературе [1, 2, 3] величина коэффициента ψ дана в столь широких границах (ψ = 0,3 – 0,7 для торфа, ψ = 0,1 – 0,5 для песка, суглинка, глины), что точное решение задачи об определении величины силы P_n оказывается невозможным.

Коэффициент ψ зависит от формы резца, остроты режущей кромки, толщины срезаемой стружки и от физико-механических свойств грунта.

Экспериментальными исследованиями установлено [4], что значение коэффициентаψ изменяется в довольно широком диапазоне, а именно $\psi = 0{,}1 - 0{,}8$.

Наибольшее влияние на коэффициент ψ оказывают форма резца и острота его режущей кромки.

Библиографический список:

1. Солопов С.Г., Горцакалян Л.О., Самсонов Л.Н., Цветков В.И. Торфяные машины и комплексы. 2-е изд., перераб. и доп.: учебное пособие. М.: Недра, 1981. 416 с.

2. Ветров Ю.А. Расчеты сил резания и копания грунта. Изд. Киевского ун-та, 1965.

3. Домбровский Н.Г., Гальперин М.И. Землеройные транспортные машины. Изд-во «Машиностроение»,1965.

4. Зюзин Б.Ф., Жигульская А.И. Технологические машины и оборудование для разработки торфяных месторождений. Оптимальные параметры и режимы работы фрезерующих устройств: монография. Тверь: ТвГТУ. 2023. 175 с.

УДК 55

ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ПОЛОСЧАТОЙ ЖЕЛЕЗИСТО-КРЕМНИСТОЙ ФОРМАЦИИ СЕВЕРО-АФРИКАНСКОГО ЩИТА И РУДНОЙ ФОРМАЦИИ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ

Мансур А.Х.
Университета Асьют, Египет
Верчеба А. А.
Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе, Россия

Отмечены общие черты геологического строения и состава пород полосчатой железисто-кремнистой формации (ПЖКФ) северной Африки и месторождений Курской магнитной аномалии. Выявлена пространственно-генетическая связь двух типов оруденения - золото-железо-кремнистого и железокремнистого в обрамлении Воронежского кристаллического массива (ВКМ). Золото-железо-кремнистый тип оруденения может быть сопоставим с подобными типами оруденения фундамента Трансваальского кратона Южной Африки и золотосодержащего оруденения Северо-Африканского щита.

Геохимические особенности драгоценных металлов в полосчатых железо-железисто-кремнистых формациях (ПЖКФ) определяются металлогенией докембрийского золота в зеленокаменных поясах древнего фундамента древних платформ.

В качестве примера можно рассмотреть особенности проявления золота на Михайловском месторождении КМА, в Трансваальском регионе ЮАР и железисто-кремнистых породах Северо-Африканского щита.

Крупные месторождения железо-кремнистых руд сосредоточены в Старооскольском районе КМА. Железисто-кремнистые месторождения и связанные с ними богатые железные руды разрабатываются подземным (Колобковское месторождение) и открытым способами (Лебединское месторождение, Стойленское месторождение и др.). В руде месторождений существует пространственная связь между железисто-кремнистыми минералами и золотоносными обломочными породами. Поэтому с геологической точки зрения разрабатываемые железорудные месторождения ограничены свитой курской серии (PR1). В породах той же серии, т.е. в кремнистых породах, подстилающих стоиленскую свиту, присутствуют золотоносные обломочные породы (PR1).

Золотая минерализация Михайловского месторождения была обнаружена двумя скважинами на западном борту комплекса Михайловского месторождения, в 3,5 км от Михайловского карьера.

Золотая минерализация обнаружена в зоне гидротермально-измененных отложений, развитых вдоль разломов более высокого порядка, в том числе складчатых разломов курской и оскольской свит. Помимо железисто-кремнистых пород, золотая минерализация (золото-сульфидно-кварцевого типа) выявлена в вулканогенно-осадочной кульбакинской свите и в метаморфических образованиях субвулканического остаповского комплекса; серия точек минерализации с содержанием золота от 0,1 до 41,7 г/т - кварцевые породы Михайловского месторождения, межрудные и вышележащие сланцевые толщи боксковской свиты (рис. 1).

Наиболее перспективным в Михайловском железорудном районе является Харцево-Михайловский золоторудный пояс, который протягивается непосредственно от карьера, в 17 км к северо-западу на ширину 800-1000 м и хорошо прослеживается электроразведкой. Он пересекает под острым углом границу между курскими породами и плагиоклазами салтыковского комплекса и содержит жилы драгоценных металлов и жилы кварцевых сульфидов (пирита, пирита и галенита) с содержанием золота от 0,11 г/т до 10 г/т.

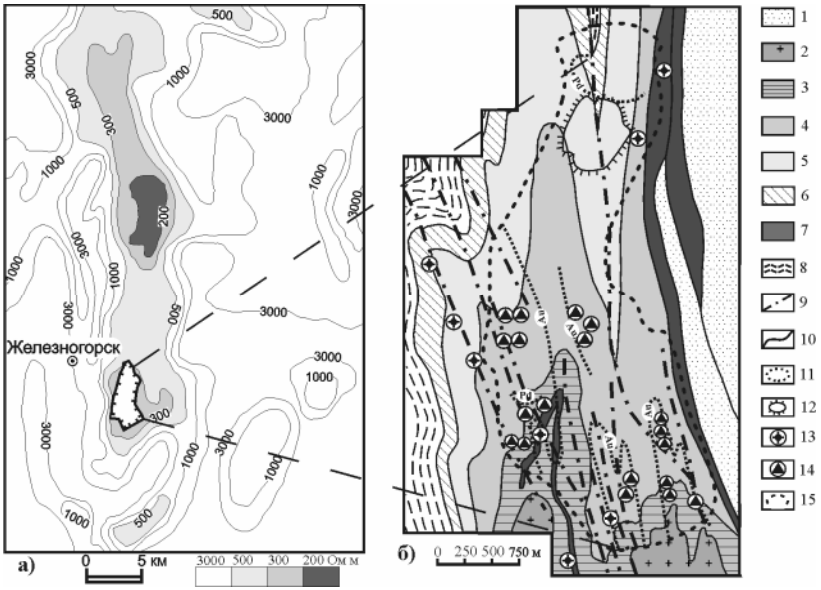


Рис. 1. а) Карта элекросопротивления пород докембрия Железногорского района КМА; б) Геологическая карта Михайловского железорудного месторождения с данными о золотом оруденении (по Г.И.Кузьмину, с дополнениями):
1 - оскольская серия, курбакинская свита: песчаники, конгломераты, туфопесчаники, туфы, кварцевые порфиры (риодациты); 2-9 - курская серия, коробковская свита: 2 - верхняя железорудная подсвита (магнетитовые и малорудные кварциты), 3-6 - нижняя железорудная подсвита: 3 - четвертая пачка (магнетитовые и гематит-магнетитовые кварциты), 4 - третья пачка (гематит-магнетитовые и магнетит-гематитовые кварциты), 5 - вторая пачка (магнетит-гематитовые, кварциты), 6 - первая (нижняя) пачка (магнетитовые: карбонатно-магнетитовые и малорудные кварциты), 7 - железослюдковые (красно-полосчатые) кварциты, 8 - стойленская свита (углистые кварц-хлорит-серицитовые сланцы); 9 – разрывные нарушения; 10 - геологические границы: 11 - современные границы карьера по подошве осадочного чехла; 12 - контур внутрикарьерного склада некондиционных руд; 13 - минерализация золота в скважинах детальной разведки, (содержание 0,5-1,5 г/т); 14 - проявления золота по штуфным пробам в карьере, (содержание 1,0-4,17 г/т); 15 - первичные ореолы рассеяния золота (Au), палладия (Pd).

Открытыми горными работами на месторождении выявлено 20 линейных зон различных типов оруденения: а) золото-палладиевого с сульфидной минерализации в полосчатых (железистых) кварцитах и б) малосульфидной золото-кварцевой минерализации, контролируемой разрывами в структуре Хальзево-Михайловской залежи.

Месторождения золото-палладиевого типа пространственно ограничены и характеризуются низкими концентрациями золота (0,1-0,2 г/т) и высокими содержаниями палладия (0,96 г/т). Золото-кварцевые

месторождения характеризуются содержанием золотой минерализации 1,0-7 г/т (в некоторых пробах до 21 г/т). Большая часть золота находится в свободном состоянии и имеет размер менее 50 мкм, хотя некоторые зерна имеют размер 0,1-1,0 мм. Перспективные ресурсы золота в самостоятельных рудных телах в пределах контуров карьера предполагаются как мелкие и средние месторождения.

Для прогнозирования промышленной золото-урановой минерализации в древних конгломератах Северо-Африканского кратона представляет интерес сравнительное изучение минерального состава и строения пород золотоносных бассейнов Южной Африки и Старооскольского района КМА. При всем различии масштабов проявления золотой минерализации в этих районах можно отметить некоторые общие черты этих образований.

Золото содержится не только в обломочных породах, но и в полосчатых пироксеновых алевролитах, выявленных на ряде рудников Центрального и Средне-Восточного Рэнда. Эти образования считаются частью золотого рифа Лидер. Золотоносные прослои представлены очень плотными темными кварцитами с многочисленными тонкими прослоями золотосодержащего пирита. Толщина прослоев различна и иногда прослеживается на значительные расстояния. Содержание золота высокое и достигает нескольких десятков граммов на тонну. На некоторых горнопромышленных участках добываются золотоносные кварциты. В районе Центрального Ранда золотоносные пиритизированные кремнистые породы образуют протяженные линзы под основным рифом-лидером или переслаиваются с обломочными породами в виде отдельных самостоятельных слоев.

Авторами проведено минералого-петрологическое исследование образцов сульфидных конгломератов, вскрытых горной выработкой на Лебединском месторождении КМА и образцов из пород витватерсрандской свиты, хранящихся в коллекции кафедры геологии месторождений полезных ископаемых МГРИ.

Общей чертой строения конгломератов является наличие обломочного материала, в котором наряду с галькой белого кварца выявлены своеобразные кремнистые агрегаты голубого или голубовато-серого цвета, монокристаллической внутренней структуры и характерной эллиптической формы.

Академик РАН Д.И. Царев, изучавший древние обломочные породы, отметил, что чем больше в конгломератах Витватерсранда монокристаллической гальки голубого кварца, тем выше в них содержание золота и урана.

Для конгломератов Ранда источник голубой монокристаллической гальки пока не ясен, но для конгломератов Старооскольского участка КМА источник ясен - голубой кварц содержится в породах, подстилающих обломочные породы, т.е. в позднеархейской михайловской серии лебединской свиты. Присутствует он и в металлолитах. Автором установлена миндалекаменная природа этих образований.

Для всего Оскольского района характерны горизонтальные слои конгломератов и конгломератоносцев, пространственно связанные с нижележащими слоями обломочных толщ, подвергшихся брекчированию, трещиноватости и сульфидации.

Формирование минерализованных конгломератов оскольского типа, вероятно, происходило в условиях поствулканического эруптивного отложения с участием взрывного дробления пород и процессов газотермального изменения.

На территории северной Африки выявлены обширные площади железо-кремнистых пород (полосчатые железо-кремнистые породы). Полосчатой железокремнистой формации Африки соответствует серия кремнистых пород формаций Сьюпириор и Алгома (Bent Iron Formation BIF), приуроченных к докембрийскому основанию пород Аравийско-Нубийского щита в центральной части Восточной пустыни Египта. Полосчатые железорудные кварциты пространственно связаны с месторождениями золота и являются одним из древнейших золоторудных месторождений. Докембрийские породы интегрированы в объединенные комплексы Панафриканского мегацикла. Полосчатые железисто-кремнистые породы залегают на осадочно-вулканических породах, сформировавшихся в троговой зоне субдукции, и представлены метаморфизованными железисто-кремнистыми кварцевыми пестроцветными породами, джеспилитами и сланцами.

В породах ПЖКФ наблюдаются деформации слоев, сдвиговые разломы и разломы отрыва, выполненные золото-кварц-сульфидной минерализацией.

Полосчатые железо-кварцевые пестроцветные породы в Египте пространственно связаны с месторождениями золота и представляют собой одно из самых ранних проявлений золотой минерализации.

Содержание золота в месторождениях колеблется от 0,8 до 2,05 г/т при среднем 1,5 г/т. Золото имеет значительную положительную корреляцию с Cu, Ni, Co, Pb, Zn и V. Основными компонентами золотоносных минерализованных зон полосчатого фельзитового кварцита являются пирит, пирит, сидерит, хлорит, карбонат и кварц.

Золото с содержанием 0,3-0,6 г/т обнаружено в железных рудах месторождений Умм-Нар и Иль-Кадиде. Исследования распределения

золота в районе Умм-Нар показали, что золото концентрируется в большей степени в полосах гематита по сравнению с прослоями, богатыми магнетитом.

Месторождения золота, связанные с оксидными фациями, обнаружены также в районах Вади-Карим, Габаль-эль-Хадид и в Увейнате. Зеленокаменные породы на участках Вади Карим, Вади Эль-Даббах, Ум Гаддис, Габал Эль-Хадид, Ум Нар и Вади Карим характеризуются высокой минерализацией золота.

Первичная минерализация золота связана с магнетитом, при мартитизации которого золото выпадает в осадок и локально обогащает гематит (мартит). Повышенная золотоносность пород ограничена менее деформированными частями железисто-кремнистых слоев в условиях пластической деформации железисто-кремнистых отложений за счет перераспределения золота из более деформированных в менее деформированные участки породы. Высокие содержания золота отмечаются в зонах сдвиговых трещин, которые рассматриваются как каналы для золотоносных флюидов. В породах ПЖФК золото встречается в кварц-карбонатных жилах.

Состав пород ПЖФК определяется наличием двух основных минералов: кварца и гематита. Перспективными для обнаружения золотоносных жил в ПЖФК породах могут быть кварциты, образованные в результате гидротермальной деятельности в результате толеитового подводного вулканизма.

Библиографический список

Azzaz, S.A., Sabet, A.H., Soliman, M.M. and Botros, N.S., 1997: Mode of occurrences and genesis of the gold mineralization in the northeastern Desert of Egypt.

Botros, N.S., 1991: Geological and geochemical studies on some gold occurrences in the northeastern Desert, Egypt.

Botros, N.S., 1995a: Stratiform gold deposits in a Proterozoic BIF, Abu Marawat area, Eastern Desert, Egypt.

Hassaan, M. M., 2002: Tectonic interpretation of the genesis of main mineral deposits in the Nubian shield, Egypt.

Dardir, A.A. and El Shimi, K.A.M., 1992: Geology and geochemical exploration for gold in the Banded Iron Formation of Umm Nar area, central Eastern Desert, Egypt.

Царев Д.И. Металлоносные псевдоконгломераты Витватерсранда. Руды и металлы. 2000. № 3. С. 70-82.

Оникиенко Л.Д., Верчеба А.А., Соколов С.А. Геологические условия формирования докембрийского золото-сульфидно-кремнистого оруденения Старооскольского рудного района. Разведка и охрана недр. №6. 2021. С. 34-39.

Шарафелдин Х. Э., Верчеба А.А, Перспективные геолого-промышленные типы месторождений золота в Восточной пустыне Египта. Естественные и технические науки, 2019, № 1 (127). С 56-59.

УДК 622.331:556.043

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ОСУШЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СУШКИ В ГЕОТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Пухова О.В., Михальчук М.Н. Пинчук В.Р.
Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия

В статье рассматривается интенсификация процессов сушки в геотехнологии при разработке торфяного месторождения «Святинское». Установлено, что щелевой дренаж совместно с открытыми каналами оказывают благоприятное действие на улучшение процессов сушки. Рекомендовано проводить улучшение водно-воздушного режима торфяной залежи с разработкой интенсивного метода осушения и использовать результаты сезонных исследований и анализ процессов передвижения влаги.

Ключевые слова: торфяная крошка, метеорологические показатели, гидрологический режим, уровень грунтовых вод, открытая осушительная сеть, дренаж, процессы сушки

При выборе направления использования торфа при геотехнологии торфяного месторождения обязательно необходимо учитывать полное извлечение и рациональное его потребление [1-3] (субстраты, органоминеральные формованные удобрения с полным набором микроэлементов, и инновационная продукция для зеленого строительства и сельского хозяйства). Поэтому в процессе проектирования участка по добыче торфа учитывают все климатические, геологические и гидрогеологические условия месторождения. Добыча торфа зависит от климатических условий, так как для получения готовой продукции (при условной влажности) применяется в настоящее время сушка в полевых условиях [4, 5].

В течение сезона исследования проводились на четырех картах производственной площадки месторождения Святинское, которое расположено в Тверской области и сложенные торфом верхового типа: магелланикум и пушицево-сфагновый степенью разложения 20-25 %. На двух картах был прорыт щелевой дренаж [6]. Для фиксирования метеорологических параметров использованы: психрометрическая будка для определения температуры воздуха, влажности воздуха; ручной анемометр – скорость ветра; визуально облачность – покрытие небосвода облаками по 10-балльной шкале). Для контроля уровня грун-

товых вод в картовых каналах установлены линейки. Замеры проводились ежедневно. Количество выпавших осадков контролировали осадкомером Третьякова. Испарение с поверхности торфяной залежи определяли испарителем Топольницкого. Влажность торфа определялось по стандартной методики с использованием сушильной установки. Щелевой дренаж с открытыми полостями был заложен на картах № 3 и № 4 параллельно картовым каналам на глубину 0,9 – 1,2 м.

После операции фрезерования в технологическом цикле при разработке торфяного месторождения в процессе естественной сушки торфяной крошки значительное влияние оказывают метеоусловия, которые в большом диапазоне изменяются в течение как одних суток, так и других периодов. Для уменьшения таких скачков для оптимизации процесса сушки учитывали средние многолетние данные метеофакторов и оптимальную глубину фрезерования, а также формы ножей фрезера. В течение сезона нежелательно использовать при фрезеровании постоянную глубину, так как это негативно сказывается на добычных работах. Так в теплые ветряные дни без дождей слой торфяной крошки быстро высыхает раньше установленного срока добычи до уборочной влажности и далее происходит пересушка. Это приводит к пылению, а в ветреные дни к пылевым бурям, которые загрязняют прилежащие территории с потерей готовой продукции. Итогом всего служит сокращение количества готовой продукции в технологических циклах (недобор) и не в полном объеме использование погодных условий благоприятных для полевой сушки. А в дождливые дни, наоборот сушимый торфяной слой на переувлажненном подстиле не может достичь до конца технологического цикла уборочной влажности, что опять способствует недоиспользованию погодных условий благоприятных для полевой сушки. Неотъемлемо удлинение и переход процесса сушки на следующий день, либо на несколько, если пойдут дожди. В итоге уменьшается количество уборочных цикловых и сезонных сборов, и в целом невыполнение объема добычи. Поэтому необходимо для понижения влажности верхнего слоя залежи использовать не только сеть открытых каналов, но и прокладку закрытых дрен для понижения уровня грунтовых вод с вариабельным уменьшением влажности торфяной залежи в целом [7, 8].

Исследованиями установлено, что за сезон грунтовые воды находящиеся ниже уровня поверхности карты на 50-60 см не увеличивают влажность поверхности торфяной залежи и поэтому не влияют на процессы полевой сушки торфяного слоя оптимальной толщины. Анализ показывает, что после 50 см подпитка торфяного слоя отсутствует.

Влажность торфа торфяной залежи относится к неустойчивому показателю и в широких пределах изменяется в зависимости от района расположения месторождения, температуры окружающей среды и водного режима. Очень сильно она подвергаются воздействию вторичных процессов (половодье, осушение прилегающих территорий, наличие залесенности).

Однако такой уровень грунтовых вод трудно удерживать из-за нестабильности работы открытой осушительной сети и засорения водоотводных труб. И, как правило, картовые каналы полностью заполнены водой. Это хорошо только при производстве кускового торфа фрезформовочном способом [5].

На производственной площадке были использованы виды каналов:

картовые – прорытые через 20 м использованы для отвода вод в валовые каналы; валовые – проложенные перпендикулярно картовым каналам на расстоянии 500 м); магистральный – в него текут воды из валовых; закрытые дрены – заложенные перпендикулярно картовым каналам для дополнительного отвода вод;нагорно-пожарного канал для противопожарных целей соединительный с валовыми с устройством шлюзов.

Перед водоприемником обязательно устраивается отстойник для очистки торфяных вод. Применение дренажа (рис.1) с открытыми полостями позволяет быстро снизить переувлажнение торфяной залежи, но работоспособность составляет один сезон, так как происходит смыкание полостей дрен из-за работы оборудования.

Эффект применения дренажа компенсирует этот недостаток. Так грунтовые воды при любом виде дренажа из-за разности напоров в грунте и дрене попадают внутрь труб либо скважин, либо открытые каналы. Далее по уклону или насосными установками перекачиваются в сборную осушительную сеть за пределы территории месторождения.

Колебание уровня грунтовых вод имеет сильную зависимость от свойств торфяной залежи и граничных условий:

виды растений-торфообразователей, которые обуславливают ботанический состав торфа; степень разложения, влияющая на способность поглощать и удерживать воду; скорость поступающей инфильтрационной воды; расположение и конструкция осушителей (каналов, скважин, колодцев, дренаж), которые оказывают влияние на объем и скорость водотока; гидрологические условия.

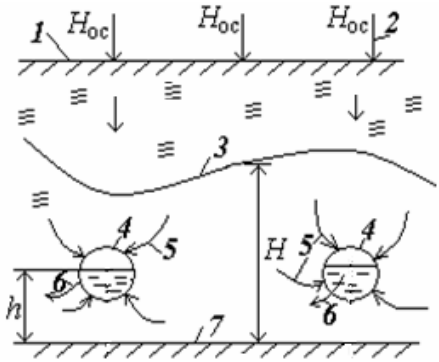


Рис. 1. Схема работы дренажа по отводу избыточных вод:
1 – поверхность торфяной залежи; 2 – осадки; 3 – уровень грунтовых вод; 4 – дрена; 5 – направление движения грунтовых вод (линии тока);6 – направление движения дренированных вод; 7 – водоупор; *H*– действующий напор; *h* – уровень воды в полостях

Свободная вода, протекая по открытым каналам сети и полостям дрен, оказывает непосредственное воздействие на снижение уровня грунтовых вод в сушимом торфяном слое (вышележащей зоне), и тем самым обеспечивает необходимый для интенсификации сушки водно-воздушный режим. Самодвижение торфяных вод ниже уровня грунтовых вод рассматривали как стационарный поток. Особенностью залежи при заложении дрен является способность с незначительным сопротивлением пропускать воду в любых полостях.

Наблюдения в течении сезона показали возможности улучшения условий полевой сушки в геотехнологии добычи фрезерным способом на производственной площадке (карты № 3 и 4) (табл. 1), где использовалась схема осушения с открытой сетью каналов со щелевым дренированием.

Таблица 1.

Влияние влажности слоя и залежи на цикловой сбор торфяной крошки в бездождный период

Карты	Влажность торфяного слоя, %	Влажность подстила, %	Цикловой сбор, т/га
Карта № 1	79,1	81,5	30,7
Карта № 2	75,3	83,3	27,4
Карта № 3	71,8	79,6	34,0
Карта № 4	72,3	79,0	37,6

Применение комбинированной схемы позволило существенно снижать уровень грунтовых вод (рис. 2), так, что при выпадении осадков он незначительно повышался и при этом не оказывал существенного влияния на удлинение сушки и всего цикла. Причем необходимо уделять внимание подготовке карт на производственной площадке, в частности, профилирование поверхности торфяной залежи.

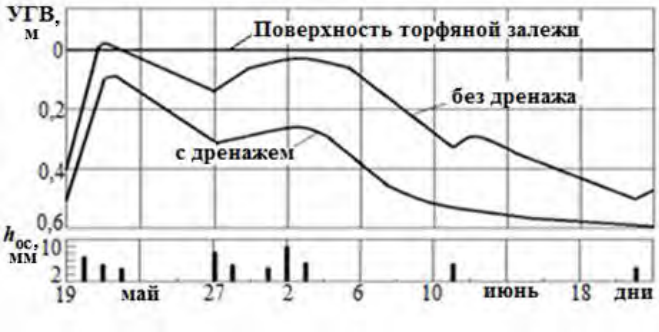


Рис. 2. Колебания уровня грунтовых вод

После прекращения интенсивных осадков такое комбинированное осушение позволяло в очень короткий период понижать уровень грунтовых вод, и достигать уровень, не влияющий на полевую сушку. При добыче мергелей и органических сапропелей, находящихся под слоем торфяной залежи возникают такие же особенности, влияющие на влажность сырья [10].

Профилировщик создает выпуклую поверхность карты и это позволяет до двух процентов уменьшать влажность верхнего слоя торфяной залежи, на которой лежит сушимая торфяная крошка. Тем самым создаются условия, что поверхность торфяного подстила практически становится параллельна поверхности уровня грунтовых вод, а норма осушения будет одинакова на протяжении всей площади карты. В конечном итоге увеличивается сбор продукции с единицы площади, тем самым используются в полном объеме технологические параметры при сушке и уборке фрезерного торфа. Анализируя данные таблицы 1 можно сделать вывод, что на хорошо спрофилированных картах (№ 1 и № 4) увеличивается цикловые сборы.

Степень осушенности [6] сушимого торфяного слоя оценивали потенциалом влаги, который менялся во времени под действием физико-технических и метеорологических факторов (рис. 4), также как и влажность поверхности залежи.

Непосредственное действие щелевых дрен и сети осушительных каналов вызывает понижение уровня грунтовых вод и значимо влияет на интенсивность сушимого торфяного слоя, что, и создает в нем благоприятный водно-воздушный режим.

Процессы передвижения влаги в торфяной залежи позволяют оценить и обосновать мероприятия по улучшению ее водно-воздушного режима, что используется при разработке интенсивных методов осушения торфяной залежи, сохранения необходимого водного режима в торфяных залежах.

На практике трудоемко повысить эффективную проводимость торфяной залежи, но это достигается для оперативного управления положением уровня грунтовых вод заложением щелевых дрен. Данные табл. 2 показывают, что на следующий день после дождя влажность поверхностного слоя залежи дренированием значительно снижает.

Таблица 2.

Влажность верхнего слоя торфяной залежи магелланикум

Карты	Влажность, %	
	открытые каналы	открытые каналы с дренажем
Карта № 1	84,1	–
Карта № 2	84,2	–
Карта № 3	–	81,8
Карта № 4	–	79,3

Результаты исследования показывают, что происходит изменение влажности образцов торфа на картах с заложенными дренами. Они на 4 % меньше по сравнению с влажностью только с открытой осушительной сетью, а это интенсифицирует процесс полевой сушки. После фрезерования залежи на картах, обустроенных щелевым дренажом, полевая сушка слоя торфяной крошки начинается с меньшей влажности, сокращается время на сушку до уборочной влажности, что в конечном итоге сокращает технологический цикл.

Уменьшение объемов потоков влаги в исследованиях достигнуто путем увеличения поверхностного стока и интенсификации испарения влаги с поверхности торфяной залежи. Экспериментально установлено, что на влагопроводность торфа в аэрируемой зоне не оказывают положительного действия любые достаточно крупные пустоты (дрены), так как они обычно заполнены воздухом и не способствуют перемещению влаги. Поэтому применение как вертикального, так и горизонтального, дренажа в зоне выше уровня грунтовых вод не в состоянии улучшить водно-воздушный режим при полевой сушке.

На опытной производственной площадке карты №№ 3 и 4 снижение плотности потока торфяных вод достигалось интенсификацией поверхностного стока с поверхности и испарения вод, протекающих через торфяную залежь до уровня грунтовых вод и затем к каналам.

Таким образом, для повышения уровня осушенности производственных площадок для оптимизации процесса сушки в геотехнологии разработки торфяного месторождения необходимо:

разрушать рыхлую структуру, способную удерживать и поглощать большое количество вод;

производить механическую переработку с уплотнением поверхности карт для формирования поверхности торфяной залежи с плохой влагопроводностью;

применять как способ обезвоживания торфа либо кратковременное переосушение залежи, либо промораживание;

осуществлять ремонт поверхности карт с хорошим профилированием по всей площади карт создающий ровной выпуклой поверхности с уклоном в сторону картовых каналов;

применять переворачивание сушимого торфяного слоя (хотя бы одно ворошение) для увеличения испарения с поверхности торфяной залежи, так как сухая поверхность сушимого слоя может выступать влагоизолятор, и тем самым задерживать, или ослаблять действие солнечной и рассеянной радиаций.

Таким образом, корректировка технологических параметров (возможность использования оборудования с меньшей проходимостью по мере упрочнения несущей способности поверхности производственных площадок, глубина фрезерования, расстояние между щелевыми дренами, их глубина заложения) и проектирование адаптивной технологической схемы возможны при учете динамики изменения свойств торфяной залежи в ходе осушения. При этом существуют возможности фиксирования метеорологических параметров, технической вооруженности, а также затрат на обустройство осушительной сети. Выбор технологической схемы осушения на стадии проектирования позволит определить период освоения, объемы и стоимость земляных работ.

Библиографический список:

1. Мисников О.С. Тимофеев А.Е. О рациональном использовании энергетических и минеральных ресурсов торфяных месторождений // Горный журнал, 2008, № 11. С. 59–63.

2. Яблонев А.Л., Пухова О.В. Современные направления использования торфа // Вестник ТГТУ. 2010. № 17. С. 104.

3. Панов В.В., Мисников О.С. Тенденции развития торфяной отрасли России // Горный журнал. 2015. № 7. С.108-112.

4. Панов В.В., Мисников О.С., Купорова А.В. Проблемы и перспективы развития торфяного производства в Российской федерации // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-техн. журнал). 2017. № 5. С. 105–117.

5. Мисников О.С., Тимофеев А.Е., Михайлов А.А. Анализ технологий разработки торфяных месторождений в странах дальнего и ближнего зарубежья // Горный информационно-аналитический бюллетень. М: МГГУ, 2011. № 9. С. 84-92.

6. Купорова А.В., Ермияш Д.М., Пухова О.В. Направления осушения месторождений в геотехнологиях торфа и сапропеля Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: МГГУ, 2011. Т. 11. С. 36-40.

7. Чураев Н.В. Механизм переноса влаги в капиллярно-пористых телах // ДАН СССР, 1963. Т. 148. № 6.

8. Афанасьев А.Е., Чураев Н.В. Оптимизация процессов сушки и структурообразования в технологии торфяного производства. М.: Недра, 1992. 288 с.

9. Мисников, О.С. Физико-химические основы торфяного производства: учебное пособие / О.С. Мисников, О.В. Пухова, Е.Ю. Черткова. Тверь: ТвГТУ, 2015. 160 с.

10. Мисников О.С. Физические процессы структурообразования при сушке погребенных сапропелей: Автореф. дис. … кандю техн. Наук. Тверь: ТГТУ, 1997. 20 с.

УДК 622.693.2

РЕШЕНИЯ ПО ВЫСОТНОМУ СКЛАДИРОВАНИЮ ГАЛИТОВЫХ ОТХОДОВ НА ШЛАМОВЫЕ ОСНОВАНИЯ

Кологривко А.А., Кузьмич В.А.
Белорусский национальный технический университет,
г.Минск, Республика Беларусь

Изложены результаты научных и технических решений по высотному складированию галитовых отходов на отработанное шламохранилище 1РУ ОАО «Беларуськалий». По результатам модельных исследований представлены обобщенные результаты решений по формированию пласт-плиты из галитовых отходов на слабом шламовом основании способами гидронамыва и сухой отсыпкой. Даны решения по формированию пласт-плиты, обеспечивающие надежность устройства конвейерного уклона для эксплуатации солеотвала.

Ключевые слова: солеотвал, шламохранилище, галитовые и шламовые отходы, гидронамыв, сухая отсыпка, пласт-плита

Перед калийной отраслью Республики Беларусь остро стоит решение экологической задачи по рациональному размещению системно накапливаемых и хранящихся в больших объемах галитовых отходов обогащения калийных руд ОАО «Беларуськалий» (Рисунок 1).

Технологии переработки и обогащения не обеспечивают возможность существенного сокращения объемов размещения отходов производства, что влечет рост объемов хвостового хозяйства.

Эксплуатация хвостового хозяйства первого рудоуправления (1РУ) характеризуется ростом объемов складирования галитовых отходов обогащения в солеотвал и уменьшение эксплуатационной его площади, что создает технические сложности работы отвальной техники и в целом отвального хозяйства (Рисунок 2). Ситуационных анализ хвостового хозяйства 1РУ показывает отсутствие возможности отвода дополнительных площадей (сельскохозяйственных угодий, пахотных земель), что требует поиска новых решений в области высотного складирования галитовых отходов. Солеотвал 1РУ с севера граничит со шламохранилищем Томилова гора, с запада – деревней Томилова гора, с востока – в настоящее время остаются пахотные земли (в дальнейшем здесь разместиться объединенное шламохранилище 1РУ), с юга – шламохранилища №3, №2 (Рисунок 3).

Рис. 1. Хвостовые хозяйства 1РУ, 2РУ и 3РУ ОАО «Беларуськалий» (по материалам Яндекс Карты)

Рис. 2. Отвальное хозяйство солеотвала 1РУ ОАО «Беларуськалий» (по материалам Яндекс Карты)

Рис. 3. Ситуационная составляющая хвостового хозяйства 1РУ ОАО «Беларуськалий» (по материалам Яндекс Карты)

Проведенный ситуационный анализ и накопленный научный потенциал и производственных опыт в части складирования галитовых отходов, совместного складирования галитовых и шламовых отходов на отработанное шламохранилище 3РУ, анализ условий складирования

галитовых отходов на отработанное шламохранилище 2РУ, позволяют предложить возможность складирования галитовых отходов обогащения в условиях 1РУ на примыкающее к солеотвалу отработанное шламохранилище №3 [1]. Реализация проектных решений включает строительство способом гидронамыва пласт-плиты на шламохранилище с последующим сооружением конвейерного уклона из галитовых отходов сухой отсыпкой [2].

Шламохранилище представляет собой чашу, заполненную шламовыми грунтами от твердой до жидкой консистенции. На дно уложен противофильтрационный экран, выполненный из противофильтрационной пленки в один слой. Шламохранилище подвержено подработке. Характеристика геологического строения чаши шламохранилища и инженерно-геологических свойств шламовых грунтов представлена по результатам инженерных изысканий и лабораторных исследований. При изучении свойств шламовых грунтов особое внимание уделялось определению качественного состояния, как определяющего поведение их в шламохранилище. На основе анализа данных исследовательских выработок, анализа инженерно-геологического строения чаши отработанного шламохранилища в горно-геологической информационной системе Micromine проведен анализ распределения физико-механических и водно-физических свойств шламовых грунтов, что определило шламохранилище как заполненного избыточно-засоленными шламовыми грунтами от текучей до твердой консистенции и частично сверху залитого рассолами от центральной к северо-западной и северо-восточной зонам с придамбовым ограничением [3].

Установлено, что наиболее приемлемым является вариант высотного складирования со строительством конвейерного уклона на площади отработанного шламохранилища №3 [4]. Для возможности строительства конвейерного уклона на первом этапе возможно рассмотреть условия, способствующие устройству гидронамывом пласт-плиты из галитовых отходов на слабое основание, сложенное шламовыми грунтами с последующим строительством уклона сухой отсыпкой из галитовых отходов с его максимальным углом наклона 6,8º, что позволит обеспечить выход на отметку солеотвала +315,0 м. При этом, в условиях организации складирования двумя отвалообразователями в пределах существующей площади солеотвала возможно обеспечить дополнительное складирование около 150 млн т галитовых отходов.

Основанием для принятия такого решения выступает анализ производственного опыта и многолетняя практическая реализация

технологии формирования на ЗРУ солеотвала способом гидронамыва на отработанном шламохранилище [1].

Созданная блочная геомеханическая модель в горно-геологической информационной системе Micromine Origin & Beyond для условий отработанного шламохранилища №3 дает возможность повысить безопасность и эффективность исследовательских работ [4].

Исследования геологических параметров слабого основания для условий складирования отходов обогащения, учет физико-механических и водно-физических свойств шламовых грунтов в модели геологического строения отработанного шламохранилища позволит прогнозировать локальное влияние параметров на эффективное и безопасное высотное складирование галитовых отходов способом гидронамыва и сухой отсыпки. Так, совместно с коллегами из Белорусского государственного университета исследован численным моделированием процесс формирования гидронамывом и сухой отсыпкой пласт-плиты на отработанное шламохранилище с последующим сооружением и эксплуатацией из галитовых отходов конвейерного уклона сухой отсыпкой на слабом основании, изучено напряженно-деформированного состояния насыпного сооружения.

Моделирование проводилось в несколько основных этапов, включающие моделирование начального напряженно-деформированного состояния конструкций шламохранилища и солеотвала, моделирование послойного гидронамыва галитовыми отходами с формированием пласт-плиты на слабом основании, моделирование сухой отсыпки галитовых отходов. Модельная задача решалась в трехмерной постановке. Все объекты общей исследуемой системы при построении компьютерных расчетных моделей рассматривались как линейно-деформируемые однородные изотропные тела.

В результате установлено, что пласт-плита, формируемая сухой отсыпкой на слабом основании не обеспечивает надежную прочность отсыпанных слоев. Вариант формирования пласт-плиты гидронамывом, в сравнении с сухой отсыпкой является приоритетным. Строительство конвейерного уклона на пласт-плите из галитовых отходов, сформированной гидронамывом на слабом шламовом основании в сравнении с ее сухой отсыпкой является оптимальным решением для рассматриваемого случая и надежным вариантом, обеспечивающим дальнейшую эксплуатацию солеотвала.

Библиографический список:

1. Кологривко, А.А. Складирование глинисто-солевых шламов при расширении солеотвалов на отработанных шламохранилищах / А.А. Кологривко // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2016. – Вып. 2. – С. 21–28.

2. Кологривко, А.А. Снижение техногенеза в районе работ сильвинитовых обогатительных фабрик / А.А. Кологривко, В.А. Кузьмич // Инновация – 2023: сб. науч. ст. XXVII Междунар. науч.-практич. конф., Ташкент, 26-27 окт. 2023 г. / Ташкентский гос. техн. ун-т им. Ислама Каримова [и др.]. – Ташкент: 2023. – С. 161-164.

3. Кологривко, А.А. Исследование и учет физико-механических и водно-физических свойств шламовых грунтов отработанного шламохранилища / А.А. Кологривко, В.А. Кузьмич // Горная механика и машиностроение. – 2023. – №3. – С. 28-35.

4. Журавков, М.А. Создание блочной геомеханической модели отработанного шламохранилища в горно-геологической информационной системе Micromine Origin & Beyond / М.А. Журавков, А.А. Кологривко, В.А. Кузьмич, М.А. Николайчик // Горная механика и машиностроение. – 2023. – №1. – С. 13–22.

УДК [552.577;53]:553.982

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ТОРФА НА НЕФТЬ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФА

Алексеева С.Ю, Мокроусова И.В, Лаптева С.Б.
Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия

Проведена оценка нефтепоглотительной способности и емкости сорбции торфа в зависимости от его физико-технических свойств. Установлено, что существует связь между рядом свойств торфа и его способностью сорбировать нефть.

Ключевые слова: торф, растения-торфообразователи, степень разложения, влажность, зольность, плотность, емкость сорбции, нефть, нефтепоглотительная способность.

Торф представляет собой сложную многокомпонентную полидисперсную высокомолекулярную систему, состоящую из органической, минеральной и водной компонент. При использовании торфа в качестве сорбента, важно изучить основные его свойства и определить степень их влияния на его нефтеемкость.

Торф является природным сорбентом гидрофильного типа, способным поглощать и удерживать воду, а также сорбировать газы.

Для практического использования торфа наряду с регулированием его водных свойств важно изыскать пути увеличения его сорбционной способности по отношению к неполярным веществам. Это позволит использовать торфа в качестве сорбента для очистки сточных

вод, поверхности озер, морей и океанов от масел, углеводородов и нефтепродуктов.

В работе рассматриваются результаты исследований сорбционной способности торфа на нефть в зависимости от физико-технических свойств торфа.

В качестве изучаемых физико-технических свойств торфа были выбраны: ботанический состав, степень разложения, зольность, влажность и плотность торфа.

Основным источником накопления торфа являются болотные растения. На состав растений-торфообразователей влияют условия водно-минерального режима. В связи с этим происходят изменения в химическом составе, биологических, агрохимических и других свойствах торфа Растения-торфообразователи разных видов существенно отличаются по химическому составу и свойствам [1].

Относительное содержание в общей массе торфа продуктов распада растительных тканей, утративших клеточное строение, называется степенью разложения торфа. Она зависит от климатических условий, в которых происходили торфообразовательные процессы, и состава растений-торфо-образователей.

В зависимости от степени разложения торф делится на три группы: слаборазложившийся R<25%, среднеразложившийся R=25-35% и сильноразложившийся R>35%. Степень разложения торфа влияет на важнейшие технические и физико-химические свойства торфа.

Остаток после сжигания торфа называется золой. Различают конституционную золу, или первичную, и вторичную, или наносную. В первом случае источником поступления зольных элементов в торф являются растения, во втором – пыль, грунтовые и поверхностные воды. По содержанию золы различают: малозольные торфы, A^c< 5%; среднезольные, A^c от 5 до 10% и высокозольные, A^c> 10%. Минеральная часть торфа на 98 – 99 % состоит из окислов CaO, SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, MgO, K_2O, Na_2O, P_2O_5, SO_3 и около 1-2% приходится на долю микроэлементов и редких соединений. Состав неорганической части торфа и содержание отдельных минеральных элементов зависят от геоморфологических условий образования и развития торфяного месторождения, строения торфяной залежи и водно-минерального режима.

Торф в естественном состоянии содержит большое количество воды. В торфе различают свободную и связанную с сухим веществом воду. Свободная вода удаляется из торфа под действием гравитационных сил, а связанная не удаляется из торфа самостоятельно.

Плотность торфа является важной характеристикой. Плотность торфа зависит от влажности, дисперсности, степени разложения, зольности и ряда других свойств.

Определить зависимость нефтепоглотительной способности от ряда физико-технических свойств торфа, представляет интерес, так как позволяет более детально изучить процесс поглощения углеводородов.

Для исследования были отобраны образцы верхового типа торфа с разных месторождений. В изучаемых образцах торфа были определены следующие свойства:

1. Ботанический анализ торфа при помощи биологического микроскопа [2, 3].

2. Степень разложения торфа микроскопическим методом П.Д. Варлыгина [2].

3. Влажность по ГОСТ 11305-83 основным методом [2].

4. Зольность на сухое вещество основным методом по ГОСТ 11306-83[2].

5. Насыпная плотность – методом мерного цилиндра.

6. Нефтепоглотительная способность определялась по стандартной методике аналогично определению водопоглощаемости [2].

Таблица 1.

Нефтепоглотительная способность торфа

Объект исследования	Нефтепоглотительная способность B_t, % и емкость сорбции E_m, г/г за время от начала опыта, мин					
	0	5	15	30	60	24 ч
верховой торф пушицево-сфагновый R=15-20% A^c=6.2% ω=18.15 % ρ=0.203 г/см^3	0 / 0.22	233.4 / 3.07	233.4 / 3.07	234 / 3.08	238.8 / 3.14	252.4 / 3.30
верховой торф магелланикум с примесью пушицы R=5-10% A^c=3.56% ω=18 % ρ=0.086 г/см^3	0 / 0.22	718 / 8.98	729 / 9.11	733.3 / 9.16	735.1 / 9.19	738.2 / 9.22

По результатам проведенного ботанического анализа в исследуемых образцах верхового торфа был определен следующий состав:

1 образец: сфагновые мхи (магелланикум, фускум и балтийский) - 50%, пущица - 50 %, кора сосны, кустарники, щейхцерия единичные экземпляры. По преобладающим остаткам растений-торфообразователей определяют вид торфа. В первом образце вид торфа пушицево-сфагновый;

2 образец: сфагновые мхи: магелланикум -55%, ангустифолиум -20%, пушица 20% , кора сосны и вересковые примерно 5%. Во втором образце вид торфа – магелланикум с примесью пушицы.

Опыты проводились с двукратной повторностью, результаты представлены в таблице.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- наиболее высокую емкость сорбции по нефти имеет верховой малоразложившийся торф моховой группы;
- увеличение содержания минеральной части торфа приводит к уменьшению емкости сорбции;
- уменьшение плотности торфа приводит к увеличению пористости и как результат к увеличению емкости сорбции.

Библиографический список:

1. Лиштван, И.И. Физика и химия торфа/И.И. Лиштван, Е.Т. Базин, Н.И. Гамаюнов, А.А. Терентьев. М.: Недра,1989.- 304с.

2. Базин, Е.Т. Технический анализ торфа/Е.Т. Базин, В.Д. Копенкин, В.И. Косов. М.: Недра,1992.- 431с.

3. Кац, Н.Я. Атлас растительных остатков в торфах /Н.Я. Кац, С.В. Кац, Е.И. Скобеев. М.: Недра,1977.- 376с.

УДК: 622.6

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КОНСТРУКЦИИ ПОДЪЕМНЫХ СОСУДОВ ОДНОКАНАТНОГО СКИПОВОГО ПОДЪЕМА

Агафонов А.А., Васильева М.А.

Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Россия

В статье рассматриваются способы поддержания производительности шахтных подъемных установок при увеличении глубины подъема. Проанализированы варианты увеличения производительности подъема путем снижения времени цикла

транспортирования и увеличения грузоподъемности скипа. Способ, заключающийся в замене материалов изготовления скипов и футеровок наиболее перспективный, поскольку позволяет как сохранить необходимую производительность, так и снизить собственную массу скипов.

Ключевые слова: шахтные подъемные установки, производительность, вместимость скипа, собственный вес скипа, конструкционные материалы

В настоящее время горнодобывающая промышленность России и стран СНГ находится на этапе активного освоения месторождений, глубина залегания которых превышает 2000 м. При этом выдача руды с помощью одной барабанной подъемной установки не превышает 1000 м из-за ограничений концевых нагрузок на канат [1].

Увеличенная высота транспортирования после углубки ствола снижает производительность канатных подъемных установок из-за возрастания цикла транспортирования. При этом, если увеличение высоты подъема не было изначально заложено в проект освоения месторождения, то повышение производительности подъемной установки может стать причиной значительной модернизации оборудования.

Наибольшее повышение производительности подъемной установки возможно достичь посредством изменения параметров, определяющих часовую производительность [2]:

$$Q_ч = \frac{3600 \cdot m_{гр}}{t_ц},$$

где $m_{гр}$ – масса груза в скипе, т; $t_ц$ – время одного цикла подъема, с.

Снижения времени цикла подъема возможно добиться благодаря увеличению скорости движения подъемного сосуда или за счет снижения времени, затрачиваемого на операции по его загрузке или разгрузке.

Однако увеличение скорости движения подъемного сосуда сказывается не только на увеличении производительности подъемной установки, но и на возрастании динамических нагрузок [3], действующих на установку. Последний фактор оказывает негативное влияние на безопасность эксплуатации подъемной установки и может привести к возникновению аварийных ситуаций. Также высокие скорости работы подъемной машины повышают износ ее элементов.

Снижение времени загрузки/разгрузки подъемного сосуда на производстве реализуется посредством замены оборудования соответствующих узлов: конвейеров, питателей, разгрузочных устройств. При

этом подобная модернизация ограничена габаритными размерами выработок и самого оборудования.

Вышеперечисленные способы не нашли повсеместного применения, так как на этапе проектирования горнодобывающих предприятий производительность подъемной машины, а также оборудования узлов загрузки и разгрузки, закладывается максимальная. Данный уровень определяется в том числе с учетом плана перспективного развития горнодобывающего предприятия. Изменение основных параметров оборудования без замены его на более производительные или технически совершенное зачастую является малоэффективным.

Ограничения, накладываемые параметрами применяемого оборудования на возможность изменения цикла его работы, определяют увеличение массы поднимаемого груза наиболее перспективным способом повышения производительности [4].

Одним из способов повышения производительности является замена подъемного сосуда на более вместительный. Однако, вследствие сопутствующего изменения габаритных размеров, сопрягаемых с параметрами околоствольного двора и оборудования, она имеет ограниченное применение. Для полноценной реализации данной модернизации подчас необходимо существенное перестроение, что приведет к большим капитальным затратам и длительному простою горнодобывающего предприятия. Дополнительно, выбор большего скипа из типоразмерного ряда повлечет за собой не только повышение грузоподъемности скипа и производительности подъемной установки, но также и увеличение собственной массы, тем самым увеличив уровень концевых нагрузок, действующих на головные канаты. Поэтому, во избежание значительных затрат и времени на перевооружение оборудования подъема необходимо одновременно решать две задачи при модернизации скипов:

1. Повышение грузоподъемности скипа для сохранения уровня производительности подъемной установки.
2. Снижение собственного веса скипа для сохранения уровня итоговых нагрузок, вызванных возросшими грузоподъемностью сосуда и весом удлиненных головных канатов.

Решить обе эти задачи одновременно позволяет применение альтернативных материалов при изготовлении скипов в целом или отдельных их элементов [5].

Например, применение алюминиевых сплавов в качестве конструкционного материала клетей и скипов началось еще в 30-е года прошлого века. Подъемные сосуды, полностью или частично выполненные из алюминиевых сплавов, позволяли снизить их собственный

вес на 30-50% и вводились в эксплуатацию на рудниках и шахтах в Англии, США, Африки, Бельгии и Франции [6]. В современной отечественной практике, например, для шахты им. Фрунзе (ЛНР) был разработан опытный образец скипа секторный затвор и рештак которого выполнен из алюминиевых сплавов [7].

На ш. Орджоникидзе (Украина), ш. №2 им. Артема (Украина), ш. им Фрунзе были испытаны скипы, в которых в качестве футеровки использовались биметаллические плиты SWIP [8], обладающие меньшей толщиной, что позволило увеличить полезный объем скипа, и показавшие более высокую стойкость к истиранию, по сравнению с традиционными стальными.

Одним из значимых эффектов от применения полимерных материалов является наблюдаемое значительное снижение абразивного изнашивания и влияния действия ударных нагрузок, действующих на внутренние стенки скипов, при замене традиционной стальной футеровки. Использование современных материалов, обладающих аналогичными прочностными характеристиками при меньшей толщине защитного слоя, позволяет снизить собственный вес скипа, увеличить полезный объем и сохранить его надежность ресурс.

Известны примеры использования полимерных материалов в качестве материалов футеровки. На руднике «Скалистый» в результате работ по устранению транспортных ограничений технологического процесса, футеровки скипов были заменены на поликерамопластовую и резинометаллическую. В результате наблюдался рост производительности на 10% [9]. Однако выполненная модернизация была реализована в качестве производственного эксперимента на вспомогательном скиповом стволе (ВСС-1) и не имела в своей основе научно-технического обоснования.

Определение зависимости грузоподъемности скипа от материала и габаритов футеровки его внутренней поверхности, а также влияние последних на собственную массу и ресурс подъемного сосуда, позволит оценить эффективность применения полимерных материалов в качестве футеровки внутренней поверхности скипов.

Библиографический список:

1. Курнаков В.А., Плешко М.С. Перспективы дальнейшего развития техники и технологии строительства вертикальных стволов в России с учетом современных мировых тенденций// Записки Горного института. 2012. – № 199 – С. 101 – 105.

2. Песвианидзе А.В. Расчет шахтных подъемных установок. Учеб. пособие для ВУЗов – М.: Недра, 1992. – 250 с.

3. Александров В. И., Кускильдин Р.Б. Необходимость подтормаживания подъемных сосудов при осуществлении предохранительного торможения на шахтных подъем-

ных установках// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 9. – С. 123-130.

4. Привалов А. А., Волков В. В., Волков Д. В. Повышение производительности скиповой подъемной установки// ГИАБ. 2005. – №3 – С. 306 – 309.

5. Нестеров П.П., Пидченко З.П. Механические свойства новых материалов для кузовов скипов глубоких шахт. – Киев: "Наукова думка", 1970. – 18 с.

6. Рассохина Ю.И. Применение оборудования облегченного веса. – М.: Углетехиздат, 1957. – 17 с.

7. Производитель горно-шахтного и нестандартного оборудования ООО «Россмашхолдинг» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ross-mash.ru.

8. Панфилов А. И., Копошко А. В., Кусков Ю. М. Перспективі использования биметаллических износостойких листов SWIP в угольной промiшленности// Физико-технические проблемы горного производства. – 2011. – № 14. – С. 181-187.

9. Гасанов Р. Устранение узких мест и ограничений технологического процесса: рудник "Скалистый"// Методы менеджмента качества. – 2021. – № 11. – С. 44-48.

УДК 69.002.5

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ГИДРОСТРУЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Новиков В.И.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г.Санкт-Петербург, Россия

Рассматриваются вопросы, возникающие при проектировании передающих устройств высокого давления для гидроструйных технологий. Произведен анализ классификации методов реализующих данные технологии и показана общая структура характерной компоновочной схемы. Проанализированы потери, происходящие при передаче энергетического потока между конструктивными элементами, рассматриваемой схемы и выявлен наиболее уязвимый, с точки зрения энергетических потерь, элемент.

Ключевые слова: гидроструйные технологии, передающее устройство уплотнительный элемент, тепловой баланс.

В настоящем широкое применение нашли технологии, в основе которых лежит использование энергии высокоскоростных струй воды. Такие технологии принято называть гидроструйными. Они используются во всем мире как одни из наиболее перспективных направлений

развития техники и технологии, которые позволяют решать различные задачи во многих отраслях промышленности, включая машиностроительную, горнодобывающую и т.д. Существует довольно значительное количество гидроструйных технологий (ГСТ) исследования которых, проведенные в последнее время направлены уже не на изучения или разработку методов ГСТ, а на расширение области их применения или интенсификацию самого процесса, что связано с повышением общего уровня технологического развития и с ростом применения данных технологий, отличающихся такими положительными качествами как высокая производительность, отсутствие при работе микрочастиц или их минимальное количество, отсутствие механического контакта инструмента вкупе с отсутствием термических напряжений в обрабатываемом материале; технологический инструмент небольшой массы и простота и надежность систем его перемещения. Причем в традиционных отраслях промышленности (машиностроении, горнодобывающей или строительстве) наиболее эффективным является использование водяных и гидроабразивных струй, в то время как в ряде высокотехнологичных отраслей актуально использование криогенных струй, струй сжиженных газов, а также струй воды с частицами льда. Исследованы различные стороны гидроабразивного резания по отдельности и в различных сочетаниях, существуют зависимости, которые позволяют оценить эффективность использования гидроабразивных инструментов. ГСТ базируются на применении энергии высокоскоростных струй воды, подающихся через струеформирующие устройства под различным давлением (до 300 МПа, а в исключительных случаях даже выше), они (струи) взаимодействуют с материалом, в результате чего возникают напряжения, равные или превышающие пределы прочности обрабатываемого материала и как следствие, осуществляя, работу по разрушению самостоятельно или в сочетании с другими воздействиями (например, с механическими). Высокоскоростные струи являются универсальным режущим и обрабатывающим (очистка и удаление нарушенного или инородного слоя материала и его полировка) инструментом (более 1500 таких систем применяют в около 30 странах мира в машиностроении и в высокотехнологичных отраслях) [1]. Укрупненно ГСТ можно обобщить в одну классификацию, представленную на рисунке 1 и поделить на три группы: методы гидроструйного разрушение; методы гидроструйной очистки и методы закрепления грунтов.

Рис. 1. Классификация методов гидроструйных технологий

В рамках метода гидроструйного разрушения следует выделить гидрабразивное, гидроиспульсное и гидромеханическое резания, гидрабразивное фрезерование, водоструйное бурение. При этом из всего выше перечисленного только гидроабразивное резание позволяет разрушать материалы любой прочности, благодаря чему оно получило широкое распространение при обработке твердых грунтов. В результате последних исследований гидроабразивного способа обработки материалов, выявлено, что основным фактором, благодаря которому и происходит разрушение материалов при воздействии гидроабразивной струи, является эрозия, характер которой зависит от разрушаемого материала, он (характер) может быть как хрупким, так и пластичным (большинство разрушаемых объектов относится к хрупким материалам). Водоструйное бурение представляет собой размыв грунта струей жидкости, при помощи специального инструмента высокого давления, в основном используется при разработке месторождений открытым и подземным способами. Давления рабочей жидкости до 20 МПа достаточно для разрушения некоторых групп песчаников, известняков и других пород с небольшой прочностью. В значительной степени гидроструйное бурение применяется в ходе горных работ и на шахтах. Обособленно в среде гидроструйных технологий стоит гидромеханический способ разрушения горных пород, в котором сочетается механическое резцовое (или шарошечного инструмента) воздействие вместе с высокоскоростной струей воды, ориентированной определенным образом относительно механического инструмента для снижения на-

груженности механических инструментов. Данный способ позволяет использовать ГСТ для разрушения более крепких пород или интенсифицировать процесс разрушения с использованием более прогрессивных гидромеханических исполнительных органов проходческих комбайнов [2].

Согласно международному методы гидроструйной очистки подразделяют на несколько групп в зависимости от давления воды: низкого давления (до 34 МПа); высокого давления (34-70 МПа); гидроструйная обработка (70-170 МПа); выделяется ещё метод гидроструйной обработки ультравысоким давлением – более 200 МПа [3].

Применяются гидроструйные технологии и для закрепления различного рода неустойчивых грунтов и горных пород, для чего разработана технология струйной цементации, относящаяся к группе инъекционных технологий закрепления грунтов. Технология струйной цементации может быть применена для большей части существующих типов пород – от гравийных отложений до мелкодисперсных глин и илов. Основным преимуществом применения технологии является то, что получаемый результат по укреплению грунтов можно с достаточно высокой вероятностью предсказать еще на этапе проектирования, что позволяет на этапе заключения подрядных договоров рассчитать различные характеристики, в частности прочностные и геометрические, создаваемого сооружения.

Несмотря на такое многообразие методов ГСТ, все они объединены единой схемой компоновки основных узлов и типовая конструктивная схема содержит источник высокого давления, средства передачи высоконапорной струи рабочей жидкости, предающее устройство и технологический инструмент [3].

Источником высокого давления, как правило, является насос плунжерного типа с мультипликатором давления, производство которых освоено в значительной степени и имеет на сегодняшний день серийный характер. В качестве гидромагистралей применяются рукава высокого давления или трубопроводы чья форма и размеры стандартизованы и выбираются из каталогов или конструктивно исходя из конкретных условий применения. Передающее устройство может быть представлено в различных вариантах, начиная от вертлюгов для бурения (максимальное давление до 40 МПа) до гидросъемников для гидроимпульсного резания (максимальное давление до 500 МПа), однако все они связаны решением одной конструктивной задачи – передача рабочей жидкости от не подвижного элемента во вращающийся. Гидроинструмент представляет собой струеформирующие устройство (сопло или форсунку) с элементами, фиксирующими пространственное

положение сопла и обеспечивающие перемещение рабочей жидкости в необходимых направлениях и необходимого состава [2].

Рассматривая вышеуказанную компоновочную схему с точки зрения энергетического потока, подводимого с одной стороны для её функционирования и получением выходной производительности ГС-технологии с другой, следует анализировать изменение энергетического уровня на каждой составляющей данной схемы. Обобщенно задача компоновочной схемы заключается в преобразовании энергии в движение рабочей жидкости и транспортировки её к месту реализации непосредственно ГСТ, что и происходить за счет функционирования основных конструктивных элементов. Представить это можно следующим образом - рисунок 2.

Первоначально, для функционирования всей конструктивной схемы, необходимо обеспечить поступление энергии к источнику высокого давления, которым является насос, где и происходит преобразование в механическое движение рабочей жидкости с заданным давлением, а поскольку производство такие механизмы освоено на серийном уровне, то возможно оценить потери, происходящие при преобразовании энергии. Эти потери определяются численным показателем, характеризующим КПД, используемого конкретного насоса высокого давления и составляют порядка 5-10%.

Рис.2. Схема передачи энергии при ГСТ

Следующими узлами являются передающее устройство и гидроинструмент, соединённые с насосом и между собой рукавами или трубопроводами высокого давления. Соответственно перемещаясь по трубопроводам, рабочая жидкость теряет часть энергии, которую сообщил ей насос, т.е. имеют место гидравлические потери в трубопроводе. Такие потери можно численно оценить исходя из потерь напора по длине и потерь в местных сопротивлениях опираясь за закон Бернулли и уравнение Ньютона. Потери напора жидкости на трение по длине появляются в прямолинейных участках трубопровода при рав-

номерном течении и зависят от длины трубопровода, возрастая с увеличением длины трубы. Теряемая механическая энергия потока преобразуется в тепловую энергию и переходит в окружающую среду. При установившемся движении жидкости основными параметрами, от которых будут зависеть потери в трубопроводе, будут длина трубопровода, его внутренний диаметр, шероховатости внутренней поверхности трубопровода, вязкость и средняя скорость движения жидкости и величину потерь можно вычислить по формуле Дарси-Вейсбаха. Использование формулы возможно, как в случае ламинарного течения рабочей жидкости, так и при турбулентном режиме, отличие будет в значении коэффициент гидравлического трения (λ). Можно оценить величину абсолютной шероховатости, за которую следует принять среднюю высоту неровностей на внутренней поверхности трубы. Однако эмпирически известно, что в зависимости от диаметра трубопровода (при одном и том же уровне шероховатости) влияние высоты неровностей поверхности трубопровода на величину гидравлического сопротивления оказывается различным. Исходя их этого, при расчете потерь применяют показатель относительной шероховатости, получаемой при делении показателя эквивалентной шероховатости на диаметр трубы Δ, то есть величиной Δ/d *[5, 6]*. Причем при ламинарном режиме коэффициент гидравлического трения может быть рассчитан с использованием числа Рейнольдса (Re) по формуле Стокса. При расчете коэффициента гидравлического трения для турбулентного режима следует учитывать влияние шероховатости внутренней поверхности и в этом случае искомый коэффициент может быть найден по эмпирической формуле, например, такой как формула Альтшуля (так же можно применять формулу Блазиуса или формулу Шифринсона). Таким образом, величина потерь в гидромагистрали зависит конкретного варианта применения ГС-технологии, а точнее от геометрических параметров трубопроводов для рассматриваемой ГСТ и составляет порядка 3-7%.

Поскольку конфигурация гидроинструментов, применяемых в описываемых технологиях, зависит от конкретного вида гидроструйной технологии, то необходимо рассматривать потери на данном участке для каждого вида ГСТ по отдельности. Данному вопросу посвящено большое количество исследований [1, 2, 3], представлены различные методики расчета наиболее рациональных гидроинструментов для каждой из реализуемых ГСТ. Все они сводятся к численному определению определенного параметра, с помощью которого можно обобщить и оценить эффективность или производительность применяемого гидроинструмента. Таким параметрам является реализуемая

гидравлическая мощность и в каждом случае она может быть определена с помощью соответствующей расчетной зависимости.

Заключительным элементом рассмотрим предающее устройство. С точки зрения конструирования устройство обладает простой схемой и является довольно тривиальным (рисунок 3).

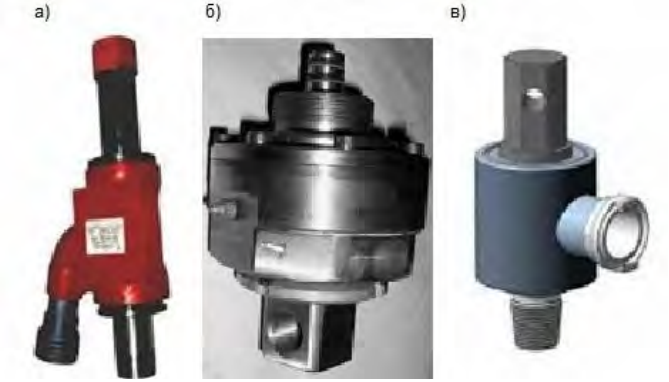


Рис. 3. Передающие устройства для ГСТ: а) – вертлюг, б) – гидроимпульсный гидросъемник, в) – гидросъемник для струйной цементации грунтов

Однако, не смотря на видимую простоту конструкции, задачи, решаемые при проектировании подобного рода устройств тривиальными не являются - необходимо решить две взаимоисключающие проблемы, связанные с тепловым балансом этого конструктивного элемента. Первая проблема связана непосредственно с конструктивным исполнением для выполнения функциональной задачи выполняемой предающим устройством. Поскольку требуется в одном устройстве соединить неподвижный корпус с вращающимся валом при наличии герметичности всей конструкции, внутри которой перемещается рабочая жидкость под давлением, то неизбежно присутствуют уплотнительные элементы и поверхность контакта неподвижных уплотнений с перемещающейся поверхностью вращающегося вала, что очевидно влечет за собой возникновение механического трения, а значит и тепловыделения. Основным способом минимизировать потери на механические трение на сегодня является прямое уменьшение поверхности трения за счет минимизации наружного диаметра вала и размеров передающего устройства соответственно. Но уменьшения наружного диаметра вала ведет к уменьшению диаметра внутреннего отверстия, предназначенного для прохождения рабочей жидкости. Отсюда возникает вторая проблема, что согласно закону Бернулли при уменьшении

сечения потока происходить возрастание скорости жидкости и имеет место падение величины давления, что негативно отражается на реализуемой гидравлической мощности, которая как сказано выше является параметром отражающим эффективность используемого метода ГСТ. Таким образом, уменьшение потерь на тепловыделение, которые могут достигать десятки процентов от подводимой к передающему устройству мощности, влечет увеличение потерь гидравлических, не считая потерь при изменении направления движения жидкости на 90°, хотя и существуют передающие устройства с подводом жидкости в направлении ее течения, но они являются менее универсальными и превалирующее количество таких устройств проектируется с подводом перпендикулярно направлению дальнейшего течения рабочей жидкости (рисунок 3в). Решения, предполагающие учитывание обеих указанных проблем, должны опираться именно на тепловое состояние передающего устройства, т.е. обеспечивать оптимальный тепловой баланс для эффективной эксплуатации как самого устройства в целом, так и наиболее уязвимого компонента – уплотнительного элемента, т.к. именно он является тем звеном, которое подвержено максимальным воздействиям и износу при работе передающего устройства [7]

Соответственно, резюмируя вышесказанное, необходимо сделать вывод о том, что при проектировании передающих устройств высокого давления для гидроструйных технологий требуется не просто решение какой-либо из описанных проблем, а необходимо делать это комплексно, проектируя, опираясь на создаваемые принципы и фундаментальные основы проектирования передающих устройств сверхвысокого давления, обеспечивающие в нем тепловой баланс и соответственно оптимальную конструкцию для наиболее эффективной эксплуатации.

Библиографический список:

1. Совершенствование гидроструйных технологий в горном производстве / Бреннер В.А., Жабин А.Б., Щеголевский М.М. - Москва :Горная книга, 2010. - 337 с.

2. Гидроабразивное резание горных пород / Бреннер В.А., Жабин А.Б., Пушкарев А.Е. - Москва :МГГУ, 2003. - 279 с.

3. Жабин, А. Б. Гидроструйные технологии в горном деле: Практикум / Жабин А.Б., Поляков А.В., Щеголевский М.М. - Москва :Горная книга, 2013. - 399 с

4. ISO 8501-4: 2006 Подготовка стальной поверхности перед нанесением красок и аналогичных покрытий. Визуальная оценка чистоты поверхности. Исходное состояние поверхности, степени подготовки и степени вспышечной ржавчины при обработке водой высокого давления. URL: https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:8501:-4:ed-1:v1:ru (дата обращения: 01.11.2023)

5. ГОСТ 8.586.1-2005 ГСИ Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств : Межгосударственный стандарт : дата введения 2007-01-01 / Государственная система обеспечения единства измерений –

Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2007. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200047566?section=text (дата обращения: 01.11.2023)

6. СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб : Свод правил по проектированию и строительству : дата введения 2003-07-08 / Государственная система обеспечения единства измерений – Изд. официальное. – Москва : ЗАО "Полимергаз", ГУП ЦПП, 2003. URL: https://docs.cntd.ru/document/ 1200032042 (дата обращения: 01.11.2023)

7. Новиков В.И. Методика моделирования теплового баланса элементов конструкции строительно-дорожных машин для струйной цементации грунтов. / Новиков В.И., Пушкарев А.Е., Воронцов И.И. // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2019. –№ 3. – С. 369-376.

УДК 622.28

РАСЧЕТ КРЕПИ ТОННЕЛЯ ПРИ НАКЛОННОМ НАПЛАСТОВАНИИ ПОРОД

Костенко Ю.А. , Копылов А.Б.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Приводится аналитический метод определения напряженно-деформированного состояния крепи тоннеля кругового поперечного сечения при наклонном напластовании пород.

Ключевые слова: массив, крепь, гравитационное поле,

Рассматривается плоская задача теории упругости для линейно изотропной упругой среды с отверстием круглой формы. Среда моделирует массив пород, имеющих деформационные характеристики E_0 - модуль деформации, μ_0 - коэффициент Пуассона, коэффициент сцепления - C и угол внутреннего трения - φ . Отверстие радиусом R моделирует выработку круглого поперечного сечения .

Среда имеет начальное напряженное состояние, которое в общем случае характеризуется главными напряжениями N_1 и N_2, действующими под произвольным углом к вертикали. Наклонное положение осей главных напряжений, вызывается влиянием наклонного напластования пород. Величины напряжений N_1 и N_2 и угол их наклона к вертикали можно рассматривать как случайные величины, т.е они описывают информационную неопределенность.

Решение задачи производится методом последовательных приближений. В задачи задаются (вычисляются) значения N_1 , N_2 и угол

их наклона α, после этого вычисляют напряженно-деформированное состояние крепи и сравнивают его с результатами наблюдений. Если расхождение результатов большое, то производят корректировку значений N_1 , N_2 или угла их наклона α

В качестве первого приближения следует использовать формулы:

$$N_1 = \frac{\gamma H}{2(1-\lambda^2 m^2)}[1+\lambda+\sqrt{(1-\lambda)^2+4\lambda^2 m^2}\,];$$

$$N_2 = \frac{\gamma H}{2(1-\lambda^2 m^2)}[1+\lambda-\sqrt{(1-\lambda)^2+4\lambda^2 m^2}\,];$$

$$\lambda^* = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1+\lambda-\sqrt{(1-\lambda)^2+4\lambda^2 m^2}}{1+\lambda+\sqrt{(1-\lambda)^2+4\lambda^2 m^2}} \quad ,$$

где $\lambda = \dfrac{\mu_0}{1-\mu_0}$, $\quad m = \begin{cases} tg\varphi & 0 \le |\alpha| < \pi/4 \\ tg(\varphi - \pi/2) & \pi/4 \le |\alpha| < \pi/2 \end{cases}$

α - угол наклона пластов к вертикали.

Угол наклона главных осей начальных напряжений к осям координат определяется формулой:

$$\alpha_1 = \frac{1}{3} arctg \frac{2\lambda m}{1-\lambda}$$

Характеристики поля начальных напряжений N_1, λ^*, α_1 могут быть определены посредствам натурных измерений.

Для оценки устойчивости (прочности) пород, обнаженных при сооружении горной выработки, необходимо знать распределение напряжений в упругой среде, ослабленной круговым отверстием. В этом случае размеры зоны неупругих деформаций определяются из решения уравнения

$$a_1 r^8 + a_2 r^6 + a_3 r^4 + a_4 r^2 + b = 0$$

где

$$a_1 = \xi_1^2 - (\xi_2 + \frac{C}{\gamma H} ctg\varphi)^2 \sin^2\varphi \quad ;$$

$$a_2 = 4\xi_1^2(2\sin^2 2\theta - 1) + 2\xi_1\xi_2 \cos 2\theta(2\sin^2\varphi - 1) +$$

$$+\frac{4C}{\gamma H}\xi_1 \cos 2\theta ctg\varphi \sin^2\varphi \quad ;$$

$$a_3 = (\xi_2 + 2\xi_1 \cos 2\theta)^2 + 2\xi_1^2(4\cos^2 2\theta - \sin^2 2\theta) -$$
$$-4\xi_1^2 \cos^2 2\theta \sin^2\varphi \quad ;$$

$$a_4 = -6\xi_1(2\xi_1 + \xi_2 \cos 2\theta) \quad ;$$

$$b = 9\xi_1^2 \quad ; \qquad \xi_1 = \frac{1-\lambda}{2} \quad ; \qquad \xi_2 = \frac{1+\lambda}{2} \quad .$$

Уравнение (1) получено с учетом того, что радиус выработки R=1, поэтому, чтобы определить фактические размеры условной зоны разрушения пород вокруг круглой выработки, пройденной в однородном массиве, полученные решения из уравнения (1) координаты контура условной зоны неупругих деформаций необходимо помножить на радиус выработки.

Получаем уравнение (1), имеющее хотя бы один действительный корень. При значении этого корня больше значения единицы в данной точке существует зона неупругих деформаций, а при значении этого корня меньше единицы – зона не упругих деформаций отсутствует.

Дальнейший расчет сводится к определению параметров внешней нагрузки, которая прикладывается к внешнему контуру крепи и зависит от величины зоны неупругих деформаций.

УДК 622.23.05

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД УВЕЛИЧЕНИЯ ДЛИНЫ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ТВЕРДЕЮЩЕЙ ЗАКЛАДОЧНОЙ СМЕСИ

Волчихина А.А., **Васильева М.А.**
Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

Работа посвящена исследованию способа увеличения дальности транспортирования гидросмесей при проведении закла-

дочных работ, за счет применения в трубопроводной системе закладочного комплекса сгустительного оборудования на финальном участке. Для реализации процесса сгущения предложено оснастить закладочный комплекс разработанным инерционным сгустителем. Оценка эффективности расслоения потока первичной гидросмеси в рабочей камере инерционного сгустителя проанализирована с применением имитационной модели в ПО Comsol Multiphysics. Решение модели мультифизического анализа позволило установить зависимость концентрации формируемого сгущенного потока от основных характерных факторов: габаритных размеров отклоняющего гидродинамического профиля, характерной длины участка взаимодействия потока, а также первичных свойств гидросмеси (скорость, концентрация).

Ключевые слова: закладка выработанного пространства, закладочные смеси, концентрация гидросмеси, реологические свойства, сгуститель, параметрический синтез.

Горное производство и технологии, связанные с гидравлическим транспортом продуктов переработки минерального сырья, имеют следующие задачи: сокращение энергозатрат, уменьшение энергоемкости технологических процессов и использование безотходных технологий. Эти задачи достигаются через применение систем добычи подземным способом с использованием отходов производства [1- 3].

На большинстве горных предприятий используются гидравлические смеси для обратной закладки выработанного пространства, которые доставляются по системе закладочных трубопроводов. Для увеличения расстояния транспортирования гидросмесей применяются смеси с высоким содержанием несущей среды, специальные трубы и вспомогательное оборудование [4-5]. При приготовлении твердеющей закладки используются неорганические вяжущие вещества, такие как цементы, известь, гипс и другие. Исследования показывают, что гидравлическая закладка обеспечивает меньшие деформации искусственного массива, чем сухая закладка. Основным требованием к гидравлической закладке является прочность формируемого закладочного массива [6].

Реологические свойства твердеющих смесей играют важную роль при транспортировании, распределении в выработанном пространстве и взаимодействии с породой при закладке. Смеси с повышенным содержанием дисперсной фракции позволяют снизить инфильтрацию воды и обводнение выработок [7].

Реологические свойства твердеющих закладочных смесей варьируются при изменении концентрации, крупности дисперсной фазы и

химического состава. Увеличение содержания дисперсной фазы приводит к увеличению значения показателя нелинейности закона Оставальда-де-Вааля, что увеличивает напряжение сдвига и приводит к снижению скоростного напора потока. Взаимодействие твердых частиц в потоке зависит от их крупности и концентрации смеси, а изменение скорости гидросмеси влияет на толщину придонного подвижного слоя с высокой концентрацией дисперсной фазы. Мелкие частицы образуют плотные смеси, а крупные частицы образуют смеси с высокой концентрацией в ядре потока. Для обеспечения стабильности гранулометрического состава используются мельницы и дезинтеграторы [8].

Повышения концентрации закладочных смесей можно добиться использованием вяжущих компонентов и применения оборудования для сгущения. Вяжущие реагенты и пластификаторы в закладочных смесях ускоряют процесс гидратации и повышают прочность. Однако их большое содержание может вызвать налипание и закупоривание трубопроводов, а также способствует ускоренной коррозии оборудования. Пластификаторы улучшают текучесть и плотность смеси, но увеличивают затраты на приготовление и обратную закладку [9].

Подача закладочной смеси повышенной концентрации на большие расстояния затруднительна вследствии расслоения потока и последующей забутовке трубопровода. Уменьшение содержания дисперсной фазы может замедлить достижение нормативной прочности и потребовать отвода и утилизации избыточной жидкости.

Одним из способов минимизации представленных выше проблем является оснащение закладочного комплекса оборудованием для инерционного сгущения гидросмеси (Рис.1.).

Применение инерционного сгустителя на финальном участке транспортирования позволит, используя первичную гидросмесь низкой концентрации осуществлять заполнение выработанного пространства смесью повышенной концентрацией. Использование же традиционных сгустителей ограничено их громоздкостью и невысокой скоростью работы, что снижает их применимость для данных работ [10].

Инерционный принцип сгущения в рассматриваемой конструкции реализуется за счет взаимодействия дисперсной фазы с гидродинамическими профилями в рабочей камере. Инерционное осаждение реализуется в том случае, когда кинетическая энергия частицы настолько велика, что частица не может следовать за искривленным потоком и, столкнувшись с препятствием, осаждается в выделенном объеме.

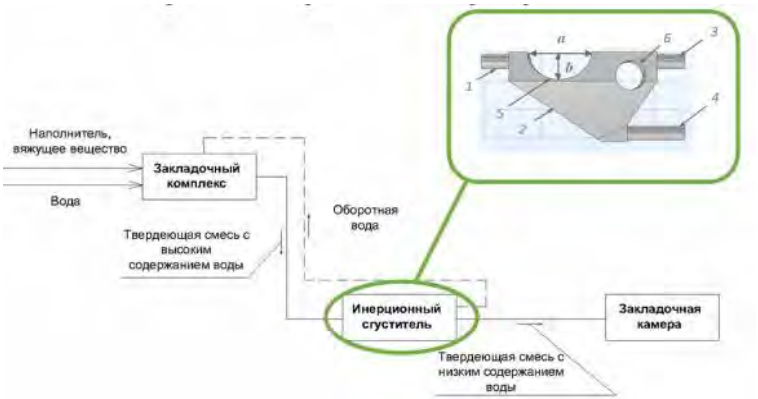


Рис.1.Технологическая схема гидротранспорта закладочных смесей со сгущением на финальном этапе работ:
1 - впускной патрубок; 2 - рабочая камера; 3 - выпускной патрубок осветленной воды; 4 - выпускной патрубок сгущенной смеси; 5 – главный отклоняющий гидродинамический профиль; 6 - цилиндрический гидродинамический профиль; *a* – продольная длина профиля; *b* - поперечная длина профиля

Работа сгустителя предполагает, что в рабочую камеру инерционного сгустителя поступает первичная гидросмесь с низкой концентрацией. За счет взаимодействия с гидродинамическими профилями происходит расслоение гидравлической смеси и формирование сгущенного потока. Далее смесь поступает через выпускной патрубок в насосный агрегат для последующей подачи в выработанное пространство. Осветленный поток направляется в систему оборотного водоснабжения или на слив в дренажные канавки. Применение инерционного сгустителя позволяет сформировать сгущенный поток исключая необходимость внесения изменений в технологический процесс приготовления и доставки закладочных смесей.

Исследования процесса осаждения и формирования сгущенной смеси, а также оценки влияния конструктивных параметров рабочей камеры выполнены с использованием разработанной модели мультифизического анализа с использованием программы Comsol Multiphysics. Ее решение позволило определить рациональные значения параметров функционирования работы сгустителя и выявить закономерности влияния параметров функционирования на концентрацию сгущенной смеси.

Рекомендуемая скорость подачи исходной гидросмеси в рабочую камеру сгустителя определена на уровне 2,0 м/с (Рис.2.). Она определяет механизм взаимодействия потока гидросмеси с главным

отклоняющим гидродинамическим профилем, характеризуемый формируемой длиной участка вхаимодействия. Результаты исследования распределения плотности и формирования полей скорости потока выявили, что поступление гидравлической смеси со скоростью менее 0,9 м/с не рекомендуется.

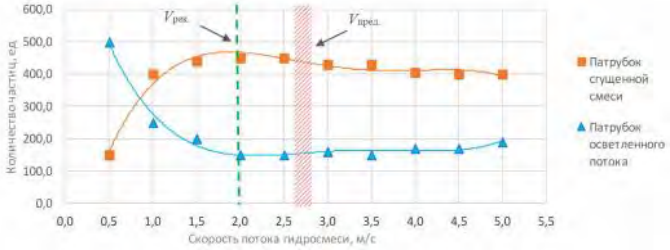


Рис.2. Содержание твердого компонента в патрубках сгущенной смеси и осветленной воды для начальных скоростей движения гидросмеси

Форма отклоняющего профиля определяется соотношением характерных параметров – продольного *a* и поперечного *b* габарита профиля и влияет на взаимодействие профиля с потоком, а именно формирование длины участка взаимодействия *L* (Рис.3.а.). В свою очередь угол атаки α потока влияет на динамику инерционного осаждения, а изменение угла обтекания φ определяет длину участка взаимодействия *L* потока с профилем (Рис.3.б.).

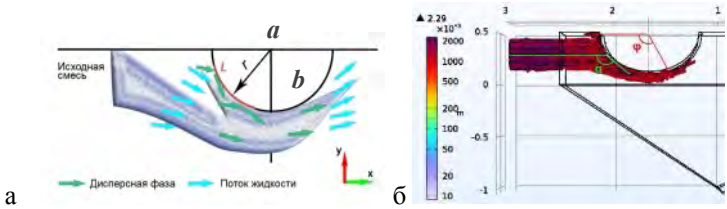


Рис.3. Формирование участка взаимодействия потока гидросмеси и отклоняющего гидродинамического профиля: а – величина продольного габарита профиля; b – величина поперечного габарита профиля

Концентрация твердого наполнителя в сгущенном потоке, взаимодействующем с гидродинамическим профилем, зависит от реализуемой траектории движения частиц. В свою очередь траектории движения дисперсной фазы определяются характерной длиной участка взаимодействия *L* и габаритами главного отклоняющего гидродинами-

ческого профиля рабочей камеры инерционного сгустителя. Оценка изменения концентрации позволила сделать вывод, что угол атаки α и обтекания φ потока уменьшаются с ростом поперечного габарита профиля *b*. Результаты оценки соответствующих углов атаки α и обтекания φ и определяемой ими длины участка взаимодействия *L*, представлены на рис 4.

Рис. 4. Изменение длины участка взаимодействия L от углов взаимодействия с главным отклоняющим профилем

Согласно определенным значениям углов атаки α и обтекания φ, а также длины участка взаимодействия *L* сформулированы рекомендации относительно параметрического синтеза габаритов отклоняющего гидродинамического профиля:

- увеличение продольного габарита профиля *a* способствует росту длины участка взаимодействия *L* и снижению концентрации сгущенного потока;
- увеличение поперечного габарита *b* приводит к снижению угла обтекания φ и способствует увеличению концентрации сгущенного потока;
- увеличение угла атаки α способствует увеличению длины участка взаимодействия *L*, что характерно при обтекании потоком поверхности профиля. Это сопровождается снижением концентрации гидравлической смеси за счет минимизации инерционного влияния;
- рекомендуемая скорость поступления первичной смеси в инерционный сгуститель составляет 2 м/с. Концентрация сгущенного потока, при реализации механизма инерционного сгущения, в данном случае регистрируется на уровне 50%.

Библиографический список:

1. *Бронников М.Н., Цыгалов Д.М. Закладочные работы в шахтах: Справочник. – М.: Недра. – 1989. - 400 с.*
2. *Зубов В. П., Антонов А. А., Луговский Ю. Н. и др. Повышение полноты закладки выработанных пространств при слоевых системах разработки Яковлевской залежи //*

Записки Горного института. 2010. Т. 185. С. 25-30.

3. Неверов А.А. Обоснование геотехнологий выемки рудных месторождений на основе развития модельных представлений об изменении параметров природного поля напряжений / А.А. Неверов, С.А. Неверов, А.П. Тапсиев, С.А. Щукин, С.Ю. Васичев // ФТПРПИ. 2019. № 4. с 74-90.

4. Голик В.И., Разоренов Ю.И., Дзеранов Б.В. Комбинированная доставка твердеющих смесей на удаленные участки месторождений // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2017. Т.122 (4). С. 14-19. DOI: 10.26730/1999-4125-2017-4-14-19

5. Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В., Радченко Д.Н. Перспективы развития технологии закладки выработанного пространства при подземной разработке рудных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011. С.5-10.

6. Ковальский Е. Р., Громцев К. В. Разработка технологии закладки выработанного пространства при выемке // Записки Горного института. 2022. Т.254. С. 202-209. DOI: 10.31897/PMI.2022.36

7. Хайрутдинов М. М., Шаймярданов И. К. Подземная геотехнология с закладкой выработанного пространства: недостатки, возможности, совершенствование // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 1. С. 240–250.

8. Анушенков А.Н., Стовманенко А.Ю., Волков Е.П. Основы процессов производства и транспортирования закладочных смесей при подземной разработке месторождений полезных ископаемых. - Красноярск: Сибирский федеральный университет. - 2015. - 208 с.

9. Атрощенко В. А., Александров В. И. Повышение эффективности транспортных трубопроводов закладочного комплекса применением полиуретанового покрытия // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2022. № 10-1. С. 25—38. DOI: 10.25018/0236_1493_2022_101_0_25

10. Васильева М.А. , Волчихина А. А., Кускильдин Р. Б. Совершенствовоание механизма водоотделения при закладочных работах // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2023. №4. pp. 125-139. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_4_0_125

⚒⚒⚒

УДК 622.288

КОМПЛЕКСНЫЕ ЭНЕРГОЗАТРАТЫ ПРИ ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

БородкинН.Н., Бородкина Н.Н., Рябов Г.Г.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Главной проблемой в повышении эффективности работы горнорудных предприятий является совершенствование существующих и разработка новых малоэнергоемких способов и технических средств разрушения горной породы при добыче и

переработке на всех стадиях: на карьере, дробильном комплексе.Представлены результаты экспериментальных исследований влияния влажностно-температурных воздействий на разрушение образцов горных пород. Установлено, механизм дезинтеграции горных пород развивается за счет формирования в объеме породы неоднородных напряжений.

Ключевые слова: процесс разрушения горных пород, карьеры, влажностно-температурные воздействия на разрушение и дробление.

При добыче и переработке полезных ископаемых все технологические процессы (бурение, взрывание, погрузка горной массы, ее транспортирование, дробление горной породы, классификация и т.д.) с позиции физической сущности этих процессов представляют совокупность важных процессов. Это процессы разрушения горной породы и перемещения. Например, технологический процесс бурение — это разрушение породы на забое скважины (шпура) и перемещение продуктов разрушения (вынос их из скважины). Технологический процесс взрывание (взрывная отбойка горной породы от массива), - это разрушение массива и перемещение горной массы силами взрыва. Технологические процессы погрузка и транспортирование горной массы — это с физической точки зрения на 100 % процесс перемещения. Технологические процессы дробления и измельчения горной породы — это совокупность физических процессов разрушения и перемещения. Технологический процесс классификации (просеивание) после дробления и измельчения горной породы — это на 100 % процесс перемещения.

Геомеханические процессы в массиве горных пород при техногенном вмешательстве с физической точки зрения — это также совокупность процессов разрушения и перемещения [1].

Управление геомеханическими процессами сводится к необходимости обеспечения устойчивости массива в околовыработанном пространстве и безопасных условий труда [2].

Управление технологическими процессами при добыче и переработке горной породы сводится, главным образом, к решению задачи максимизации производительности при минимизации себестоимости.

В настоящее время себестоимость готовой продукции на горнорудных предприятиях, главным образом, определяется энергоемкостью процессов добычи и переработки -дробление.

Самым энергоемким и дорогостоящим процессом при добыче и переработке, например, известняка является их разрушение (бурение, взрывание, дробление, измельчение). При этом стоит отметить, что далеко не исчерпана возможность разупрочнения горной породы при ее

взрывной отбойке от массива за счет увеличения КПД взрыва, без увеличения расхода ВВ.

Для карьеров России, добывающих известняк, усредненные значения удельного расхода электроэнергии по процессам, а также себестоимость процессов приведены в табл. 1.На процессы разрушения горной породы приходится 71-72 % общих энергозатрат.

В себестоимости процессы разрушения известняка (бурение, взрывание, дробление, измельчение) составляют примерно 50 %. Технология разработке, этапы дробления и измельчения известняка представлена на рис. 1.

Площадка подготовки и хранения материалов, вертикальная валковая мельница, центральный сепаратор, промежуточные силоса для гомогенизации и хранения представлена на рис.2.

В связи с изложенным, главной проблемой в повышении эффективности работы горнорудных предприятий является совершенствование существующих и разработка новых малоэнергоемких способов и технических средств разрушения горной породы при добыче и переработке на всех стадиях: на карьере, дробильном комплексе. Для этого, в первую очередь, необходимо инвестировать научные разработки и осуществлять капитальные затраты для решения именно этой проблемы.

Известно, что энергоемкость разрушения (Э) упругих твердых тел (скальные породы и, в частности, кальциты можно считать упругими) равна

$$Э = \frac{[\sigma]^2}{2E}$$, Дж/м^3,

где [σ]— предел прочности при разрушении (это может быть предел прочности на сжатие при разрушении сжатием, на растяжение при разрушении растяжением, или на сдвиг при разрушении сдвигом); *E*— модуль упругости.

Так как предел прочности породы на сжатие примерно в 6 - 7 раз больше предела прочности на сдвиг и, примерно, в 8-10 раз больше предела прочности на растяжение при разрушении растяжением, то энергоемкость разрушения породы сжатием будет примерно в 40 раз больше, чем при разрушении сдвиговыми и растягивающими напряжениями соответственно.

С позиции физической сущности процессов разрушения необходимо совершенствовать существующие и разрабатывать новые технику и технологию этих процессов, исходя из главного принципа: разрушение должно осуществляться, главным образом, за счет создания в

разрушаемой породе сдвиговых или растягивающих напряжений, а не сжимающих.

Рис. 1. Технология разработки и этапы дробления известняка

Рис. 2. Площадка подготовки и хранения материалов, вертикальная валковая мельница, центральный сепаратор, промежуточные силоса для гомогенизации и хранения

Идеальным случаем разрушения горной породы при дроблении была бы такая ситуация, когда в разрушаемом массиве или куске под действием приложенных сил возникали бы напряжение чистого сдвига или чистого растяжения. В идеальном случае этого добиться невозможно, так как во всех перечисленных процессах механическая разрушающая сила прикладывается к поверхности (при бурении — к поверхности забоя скважина, при взрывании — к боковой поверхности

скважины и ее забою, при дроблении и измельчении — к поверхности куска). Единственным способом создания максимально возможных растягивающих или сдвиговых напряжений в массиве или куске породы является размещение разрушающих сил на некоторой глубине от разрушающей поверхности. Такие силы можно создать только за счет неравномерного воздействия на структуру горной породы или при разрушении создавать разнопрочную структуру по толщине, когда разрушающие силы возникают внутри разрушаемого объема породы.

Высокую эффективность влияния на деформирование горной породы, на примере известняка, можно объяснить эффектом адсорбционного пластифицирования, которое было открыто в 1928 г. П.А. Ребиндером [3]. Явление адсорбционного влияния среды на механические свойства и структуру твердых тел заключается в облегчении деформирования и разрушении твердых тел и самопроизвольном протекании в них структурных изменений в результате понижения их свободной поверхностной энергии при контакте со средой, содержащей вещества, способные к адсорбции на межфазной поверхности. В таблице 1 приведены усредненные значения удельного расхода электроэнергии по технологическим процессам работы карьера (на примере Гуровское месторождение, ОАО «Гурово-Бетон», Тульская область) [5].

Исходя из изложенного, стратегической задачей совершенствования процессов разрушения горных пород является создание способов и средств разрушения за счет сдвиговых и растягивающих напряжений.

Анализируя вышеприведенные количественные значения энергетических и стоимостных показателей на основных карьерах России, а также исходя из вышеуказанных стратегических и тактических задач совершенствования процессов разрушения горных пород, напрашивается вывод о стратегии инвестиций в развитие техники и технологии горного производства. Сущность этой стратегии сводится к следующему:

Увеличивать энергозатраты необходимо и целесообразно на тех технологических стадиях разрушения горных пород, которые являются минимально энергоемкими (например, бурение, взрывная отбойка от массива).

Увеличивать капитальные затраты необходимо и целесообразно на тех технологических стадиях разрушения горных пород, которые являются наиболее энергоемкими и которые в наибольшей степени влияют на формирование себестоимости конечной продукции.

Рассмотрим более подробно некоторые конкретные примеры снижения энергоемкости процессов разрушения на стадиях: дробление и измельчение.

Таблица 1.

Усредненные значения удельного расхода электроэнергии по технологическим процессам работы карьера (на примере Гуровское месторождение, ОАО «Гурово-Бетон», Тульская область)

Операции	Расход электроэнергии на 1 т добытого известняка, кВт-ч/т	Себестоимость процесса в перерасчете на 1 т полученного щебня, $/т
Карьер		
Бурение	0,3 -0,5	0,24- 0,26
Взрывание (энергия взрыва)	0,5 - 0,7	0,74-0,84
Экскавация	0,5 - 0,6	0,14-0,11
Внутрикарьерное транспортирование		
Энергия расходуемого топлива	3,0 -3,5	0,25 - 0,26
Транспортирование транспортом (карьер — первичное дробление)	2,4 - 3	0,35 - 0,36
Итого по карьеру	6,4 4- 8,3	1,6 - 1,9
Стадии дробления и помола		
Первая стадия дробления (с 1200 мм до 400 мм) с транспортными расходами.	0,8 - 0,9	0,16 - 0,2
Вторая стадия дробления (с 400 4- 0 до 100 4- 0 мм) с транспортными расходам	1,0 -1,1	0.2- 0,22
Вторая стадия дробления (с 400 4- 0 до 100 4- 0 мм) с транспортными расходам	1,0 -1,1	0.2 - 0,22
Итого по дроблению	3,4 - 3,5	0,62 - 0,74

Экспериментальные исследования о влиянии температурно-влажностных условий на прочность мономинеральной горной породы (на примере известняка)

Цель работы: определить прочность щебня по результатам дробимости при различной влажности и постоянной температуре (23 C^0).

Прочность щебня (гравия) оценивают по косвенным показателем дробимости при сжатии в цилиндре. Дробимость щебня (гравия) определяют по степени разрушения зерен при сжатии (раздавливании) в цилиндре [4].

Испытание щебня по фракциям на дробимость в зависимости от влажности проводили в следующей последовательности.

1. Щебень в сухом состоянии (до постоянной массы) просеиваем по фракциям 5-10 мм, 10 – 20 мм и 20-40 мм.
2. Испытание щебня по фракциям: В цилиндре диаметром 75 мм - не менее 0,5 кг – 1.0 кг. В цилиндре диаметром 150 мм – 4 кг.
3. Испытываем щебень в цилиндре на прессе. В цилиндре диаметром 75 мм давление пресса - 50 кН (500 кгс). В цилиндре диаметром 150 мм давление пресса - 200 кН (2000 кгс).
4. Испытываемую пробу высыпаем из цилиндра и взвешиваем.
5. Просеиваем в зависимости от размера испытываемой фракции через сито с отверстиями размером:1,25 мм - для щебня размером фракции от 5 до 10 мм;2,5 мм - то же св. 10 до 20 мм;5,0 мм - " св. 20 до 40 мм.
6. Остаток щебня на сите после просеивания взвешиваем.

После обработки результатов испытания вычисляем дробимость по формуле:

$$Д_р = \frac{m - m_1}{m} 100$$

где m - масса испытываемой пробы щебня, гр., m_1 – масса остатка на контрольном сите после просеивания раздробленной в цилиндре пробы, гр.Дробимость, %, определяют с точностью до 1%. За результат принимают среднеарифметическое значение трех параллельных испытаний.

Для исследования о влиянии температурно-влажностных условий на прочность мономинеральной горной породы использовали известняковый щебень трех марок М400, М600 и М1000 различных карьеров Тульской области.

Экспериментальные исследования о влиянии температурно-влажностных условий на прочность мономинеральной горной породы (на примере известняка) представлены в таблице 2.

Эксперименты показали, что температурно-влажностные условия влияют на прочность мономинеральной горной породы. Уменьшение прочности щебня достигала 25 % и более при влажности горной массы 30 %.

Эксперименты показали, что характер изменения (уменьшения) прочности щебня в зависимости от влажности легко согласуются с временными погодными условиями (лето, осень, зима, весна) работы карьера.

Таблица 2

Определение дробимости (прочности) щебня по фракциям

Фракция, мм / Влажность, %	5 - 10		10 - 20		20 - 40	
	$R_{сж}$ по Dp	Марка, М	$R_{сж}$ по Dp	Марка, М	$R_{сж}$ по Dp	Марка, М
Сухой, 0, %	60	600	80	1000	52,4	400
10	54,6	600	75,5	1000	48,25	400
15	50,4	600	72,6	800	46,18	400
30	47,2	600	68,3	1000	42,25	400

На основании полученных экспериментальных данных построен график зависимости прочности щебня(подробимости)от влажности (рис.3).

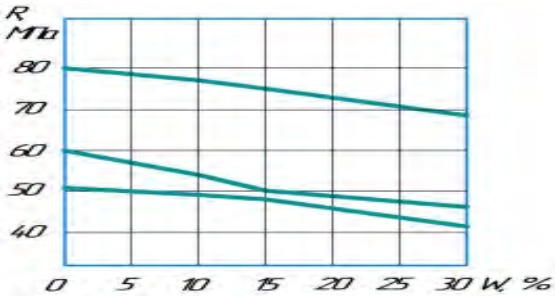


Рис. 3. График зависимости прочности щебня (по дробимости) от влажности

Полученные экспериментальные данные дают возможность прогнозировать энергозатраты по добычи и обработке мономинеральной горной породы в карьерах с учетом погодных условий и времени года.

В связи с изложенным, для повышения эффективности работы горнорудных предприятий является совершенствование существующих и разработка новых малоэнергоемких способов и технических средств разрушения горной породы при добыче и

переработке на всех стадиях: на карьере и дробильном комплексе с учетом влажности окружающей среды.

Библиографический список:

1. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом (ПБ 03-498-02).

2. Качурин Н.М., Белая Л.А., Корчагина Т.В. Геоэкологический мониторинг и оценка воздействия на окружающую среду горнопромышленного региона // Изв. вузов. Горный журнал. 2010. N 6. С. 32-37.

3. Николаевский В.Н. Механика трещиновато-пористых сред. – М.: Недра. - 1987. – С. 241.

4. Попов Л.Н., Попов Н.Л. Лабораторные работы по дисциплине «Строительные материалы и изделия»: Учеб. Пособие. – М.: ИНФА-М, 2005. – 219 с.: ил. ISBN 5-16-002311-9ю

5. Технологический регламент на технологический процесс производства портландцемента ТР(П) 96296658.1.1-2020. Филиал ООО «Хайдельберг Цемент Рус. В п. Новогуровский Тульской области.

УДК 622.288

ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ РАБОТЕ АВТОТРАНСПОРТА В КАРЬЕРАХ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

БородкинН.Н., Бородкина Н.Н.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

В статье выполнен анализ инвентаризациипылегазовых выбросов в атмосферу на предприятиях добычи и переработки известняка при работе автотранспорта. Показано, что расход топлива и выбросы пылегазовых загрязнителей в атмосферу возрастают с увеличением интенсивности грузоперевозок.Выполнен расчет прогнозной оценки выбросов автотранспортом в карьерах.

Ключевые слова. Выбросы в атмосферу, автотранспорт, карьеры.

Объем добычи известняка и ее переработка на том или ином карьере является одним из важнейших показателей при оценке пылегазовых выбросов в атмосферу [1,2]. Сырье (известняк добывают) в карьере, расположенном недалеко от производства. Затем самосвалами доставляется до линии, транспортирующей сырье на предприятие.

Анализ результатов инвентаризации источников пылегазовых выбросов в атмосферу на предприятиях добычи и переработки известняка показывает [3,4],что расход топлива, и выбросы пылегазовых загрязнителей в атмосферу возрастают с увеличением грузоперевозок.

Масса вредных веществ, выделяющихся при сжигании топлива карьерным транспортом, зависит от режима работы двигателя автомобиля (табл. .1):

Таблица 1

Удельные выбросы вредных веществ дизельными двигателями автомобилей

Марка автомобиля и двигателя	Вредные вещества	Значения удельных выбросов вредных веществ дизельными двигателями автомобилей, кг/ч, с различными режимами работы		
		Холостой ход	50% мощности	Максимальная мощность
БелАЗ-7540 (ЯМЗ-240ПМ2) (30 т)	CO	0,160	0,219	0,519
	NO_x	0,115	0,963	1,767
	CH	0,044	0,087	0,161
	C	0,005	0,024	0,052
БелАЗ-7549 (6ДМ-21А) (80 т)	CO	0,371	0,488	0,895
	NO_x	0,254	2,148	3,398
	CH	0,098	0,195	0,358
	C	0,017	0,053	0,116
БелАЗ-7512 (8ДМ-21А) (120 т)	CO	0,494	1,081	1,108
	NO_x	0,363	2,660	4,876
	CH	0,121	0,242	0,443
	C	0,023	0,079	0,144

То есть скорость увеличения расхода топлива в расчете на единицу грузоперевозок пропорциональна расходу топлива.

Введем следующие допущения: карьер добывает и перерабатывает известняк, используя природные месторождения, и реализует i-ый вид товарной продукции; производственные мощности не ограничивают производственную мощность карьера; реализация продукции составляет несколько отчетных периодов.

Рассмотрим методику прогнозной оценки на примере расхода топлива автомобиля при работе в карьере.

Приведены данные о расходе топлива (бензина) при работе Белазов в карьере за 16 кварталов (табл.2). Условный расход топлива при работе автомобилей в карьере складывался, как средняя величина расхода топлива при груженом и порожником[5].

Используем мультипликативную тренд–сезонную модель Хольта–Уинтерса с линейным ростом.

$$y_{t+\tau}^{p} = (a_t + \tau \cdot b_t) \cdot s_{t+\tau-L}.$$

Здесь: $y_{t+\tau}^{p}$ – расчётное (прогнозное) значение показателя для периода $t+\tau$; τ – период упреждения; a_t, b_t, s_t – коэффициенты модели (они адаптируются, уточняются по мере перехода от членов ряда с номером *t*–1 к *t*); $s_{t+\tau-L}$ – значение коэффициента сезонности того периода, для которого рассчитывается показатель; L – период сезонности.

Таблица 2

Расход топлива (средняя) при работе в карьере автотранспорта за 16 кварталов

Квартал *t*	Условный расход топлива y_t	Расчётные значения 8 уровней ряда	Коэффициенты модели Хольта–Уинтерса			Модель Хольта–Уинтерса y_t^p
			a_t	b_t	s_t	
1	304	308,65	310,73	9,22	0,9723	297,32
2	320	317,25	320,87	9,50	0,9947	316,97
3	334	325,85	329,58	9,26	1,0157	336,68
4	347	334,45	338,54	9,17	1,0258	348,02
5	323	343,05	343,06	7,77	0,9538	338,08
6	342	351,65	348,74	7,14	0,9862	348,94
7	365	360,25	356,92	7,45	1,0199	361,47
8	375	368,85	364,73	7,56	1,0272	373,77
9	342		368,17	6,32	0,9389	355,09
10	365		373,18	5,93	0,9813	369,52
11	378		376,56	5,17	1,0103	386,65
12	399		383,74	5,77	1,0347	392,11
13	363		388,64	5,51	0,9360	365,71
14	388		394,52	5,62	0,9826	386,78
15	419		404,52	6,93	1,0256	404,26
16	418		409,21	6,26	1,0268	425,73

С учётом полученных коэффициентов линейная модель имеет вид:

$$y_t^p = 300{,}05 + 8{,}6t.$$

Из этого уравнения находим расчётные значения y_t^p и сопоставляем их с фактическими. Такое сопоставление позволяет оценить приближённые значения коэффициентов сезонности четырёх кварталов $s_{-3}, s_{-2}, s_{-1}, s_0$ для года, предшествующего первому году наблюдений.

Эти значения необходимы для расчёта коэффициентов сезонности первого года s_1, s_2, s_3, s_4 и для других параметров модели Хольта–Уинтерса.

Продолжая аналогично для $t = 4, 5, 6, 7, 8, \ldots 16,$ строят адаптивную мультипликативную модель Хольта–Уинтерса (табл. 3).

Таблица 3

По квартально условный расход топлива за (1 час работы) за 16 кварталов

Квартал t	Условный расход топлива y_t	Модель Хольта–Уинтерса y_t^p	Абсолютная погрешность ε_t	Относительная погрешность $\lvert\varepsilon_t\rvert / y_t$	Точки поворота
1	304	297,32	6,68	2,20	–
2	320	316,97	3,03	0,95	0
3	334	336,68	–2,68	0,80	1
4	347	348,02	–1,03	0,29	1
5	323	338,08	–15,08	4,67	1
6	342	348,94	–6,94	2,03	0
7	365	361,47	3,53	0,97	1
8	375	373,77	1,23	0,33	0
9	342	355,09	–13,09	3,83	1
10	365	369,52	–4,32	1,18	1
11	378	386,65	–8,65	2,29	1
12	399	392,11	6,89	1,73	1
13	363	365,71	–2,71	0,75	1
14	388	386,78	1,22	0,31	0
15	419	404,26	14,74	3,52	1
16	418	425,73	–7,73	1,85	–

Максимальное значение t, для которого можно находить коэффициенты модели равно количеству имеющихся данных по показателю y_t. У нас максимальное значение $t = 16$.

Для того чтобы модель была качественной уровни (значения) остатков $\varepsilon_t = y_t - y_t^p$ (разности между фактическими и расчётными

значениями) должны удовлетворять определённым условиям (точности и адекватности).

Выполним расчёт прогнозных значений показателя

Рассчитаем значения y_t^p для $t = 17$ (полагая в правой части формул $t = 16, \tau = 1$):

$$y_{17}^p = (a_{16} + 1 \cdot b_{16})s_{16+1-4} = (a_{16} + 1 \cdot b_{16})s_{13} =$$
$$= (409{,}21 + 1 \cdot 6{,}26) \cdot 0{,}9360 = 388{,}9.$$

Рассчитаем значения y_t^p для $t = 18$ (полагая в правой части формул $t = 16, \tau = 2$):

$$y_{18}^p = (a_{16} + 2 \cdot b_{16})s_{16+2-4} = (a_{16} + 2 \cdot b_{16})s_{14} =$$
$$= (409{,}21 + 2 \cdot 6{,}26) \cdot 0{,}9826 = 414{,}4.$$

Рассчитаем значения y_t^p для $t = 19$ (полагая в правой части формул $t = 16, \tau = 3$):

$$y_{19}^p = (a_{16} + 3 \cdot b_{16})s_{16+3-4} = (a_{16} + 3 \cdot b_{16})s_{15} =$$
$$= (409{,}21 + 3 \cdot 6{,}26) \cdot 1{,}0256 = 438{,}9.$$

Рассчитаем значения y_t^p для $t = 20$ (полагая в правой части формул $t = 16, \tau = 4$):

$$y_{20}^p = (a_{16} + 4 \cdot b_{16})s_{16+4-4} = (a_{16} + 4 \cdot b_{16})s_{16} =$$
$$= (409{,}21 + 4 \cdot 6{,}26) \cdot 1{,}0268 = 445{,}9.$$

Расчётные данные хорошо согласуются с фактическими, что говорит об удовлетворительном качестве прогноза.

Библиографический список:

1. Методические указанияпо расчету валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями Минсевзапстроя СССР. Ч. 6. Автотранспортные предприятия: ВРД66116-87. - М.: ОНТИП-ТИОМЭС, 1987. - 77 с

2. Бересневич П.В., Михайлов В.А. Аэрология карьеров: Справочник. - М.: Наука, 1990. - 280 с.

3. Ярембаш И.Ф. Очистка рудничной атмосферы после взрывных работ. - М.: Недра, 1979. - 68 с.

4. Методика расчета вредных выбросов (сбросов) и оценки экологического ущерба при эксплуатации различных видов карьерного транспорта - М.: Ин-т горн. дела им.АА. Скочинского, 1994. - 52 с.

5. Токмаков М.А., Купин А.Н. Борьба с пылью при работе роторных экскаваторов и автосамосвалов на разрезах. - М.: ЦНИЭИУголь, 1977. -37с.

УДК 622.44

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК

Ракша А.И., Ковалев Р.А.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Теплотехнические способы технически наиболее совершенны, обеспечивают регулирование любых параметров в широком диапазоне условий, но требуют значительных капитальных и эксплуатационных затрат.

Ключевые слова: микроклимат, регулирование параметров, охлаждающие установки.

В настоящее время методы расчёта теплообмена предполагают усреднение температуры воздуха и жидкости, при котором температура сред при определении интенсивности теплообмена полагается равной средним значениям между начальными и конечными температурами. На практике мы видим линейную зависимость температуры от координаты, при этом ошибка возрастает при увеличении линейных размеров поверхностей и протяженности теплообменных элементов. В отличие от систем, предполагающих параллельное соединение, при последовательном расположении трубопроводов с жидкостью или соединение калориферов по воздуху необходимо контролировать температуру воды на выходе из калориферов, где самая минимальная температура. Расчет теплообмена в целом и предназначен для определения

работы с максимальной глубиной охлаждения и недопущения кристаллизации воды на выходе при пограничных температурах.

Теплотехнические способы регулирования теплового режима предполагают использование технически сложных аппаратов изменения термодинамических параметров воздуха, поэтому требуют больших капитальных и эксплуатационных затрат, наличия обслуживающего персонала. Значительная капиталоемкость теплотехнических способов приводит к высоким требованиям к их расчету и проектированию, что требует развития методов математического моделирования процессов кондиционирования шахтного воздуха и работы различных охлаждающих устройств с целью оптимизации средств и систем регулирования шахтного микроклимата.

К охлаждающим устройствам относятся все технические средства регулирования температуры шахтного воздуха (кроме калориферов): поверхностные и подземные холодильные машины, водо- и воздухоохладители, передвижные кондиционеры, теплообменники, воздуховоды с холодным воздухом и др.

Все воздухоохладительные установки для шахт и рудников в зависимости от расположения теплообменных аппаратов (испарителя и конденсатора) и мест выдачи охлажденного воздуха делятся на 5 групп:

- установки для охлаждения рудничного воздуха на поверхности шахты;
- установки, охлаждающие рудничный воздух на горизонте при размещении холодильных машин на поверхности шахт;
- установки для охлаждения рудничного воздуха с холодильными машинами на глубоком горизонте при отводе теплоты конденсации на поверхность;
- установки для охлаждения рудничного воздуха с холодильными машинами на глубоком горизонте при подземном отводе теплоты конденсации;
- комбинированные установки.

На горных предприятиях для нормализации температуры воздуха используются преимущественно охлаждающие установки как поверхностного, так и подземного расположения. В забоях наиболее эффективным способом для рудников с глубиной более 2500 метров является технология «ice slurry» (бинарный лед). Бинарный лед является гетерогенным хладоносителем и представляет собой смесь льда в виде частиц с размером не более 450 мкм и воды в пропорции 75/25, которая вырабатывается в вакуумном ледогенераторе и обогащается в ледоконцентраторе. Полученная смесь подается по трубопроводам,

проложенный в стволе, в подземные резервуары, расположенные на различных уровнях, откуда подается потребителям холода. Отепленная вода собирается на горизонтах и насосами выдается на поверхность. Затем вода поступает в градирню. После этого охлажденная вода поступает в холодильную машину, в которой она охлаждается до температуры +0,7 °С, и далее снова поступает в ледогенератор.

Такая система имеет главный недостаток, это значительный объем подземного и поверхностного оборудования для генерации, транспортировки и хранения бинарного льда. Кроме того, ледогенераторы являются очень дорогостоящими и для работы требуют значительных электрических мощностей. Поэтому такие системы кондиционирования воздуха применяются только на крупных горнодобывающих предприятиях, имеющих высокую рентабельность.

При прохождении рудничного воздуха по горным выработкам в результате теплообмена с массивом горных пород, значительно увеличивается температура воздуха до значения температуры горных пород. Дальнейшее локальное нагревание происходит при выделении тепловой энергии от машин и оборудования, находящегося в горных выработках. Следовательно, требуется выполнение комплексных мер по охлаждению до нормативных значений горного воздуха непосредственно в подготовительных и очистных горных выработках, где находится основное количество рабочих зон с постоянным пребыванием горнорабочих. Требования ТБ необходимо исполнять вне зависимости от вида и типа систем охлаждения воздуха, поступающего в горные выработки.

В целом задача оптимального размещения воздухоохладителей в горных выработках не является новой. Однако имеющиеся в этом направлении разработки сводятся к решению задачи оптимизации размещения воздухоохладителей и определения их холодильной мощности вдоль одной нагретой горной выработки таким образом, чтобы обеспечить на всем ее протяжении требуемую температуру воздуха. В действительности же для глубоких шахт и рудников постановка задачи требует корректировки. В частности, согласно требованиям нормативных документов, вентиляция подземных рабочих зон должна быть организована обособленно. И отдельные участки горных выработок, требующие кондиционирования воздуха, представляют собой параллельные потребители воздуха и холодильной мощности.

Дальнейшее совершенствование систем кондиционирование воздуха может основываться на усовершенствовании отдельных технических конструкций за счет использования новых знаний в области теплоразделения в вихревых трубах, позволяющих повысить КПД при

работе сухих градирен. А вопрос по устойчивой их работе решается за счет подачи и использования сжатого воздуха по ставам, проложенным по горным выработкам.

Библиографический список:

1. Ракша А.И., Ковалев Р.А. Условия охраны труда горнорабочих и средства индивидуальной защиты// 18-ая Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Сборник материалов, том 1, Минск-Тула-Донецк, 2022, с. 601-602.

2. Васильев П.Н., Курилко А.С., хохлов Ю.А., Шерстов В.А. Тепловой режим угольных шахт Якутии и способы его регулирования / – Якутск Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2009. – 240 с.

УДК 622.232

КЛАССИФИКАЦИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГОРНЫХ МАШИН

Басалай Г.А.

Белорусский национальный технический университет, г.Минск

Приводится анализ различных исполнительных органов горных машин, предназначенных для фрезерования массива горных пород. В качестве основных признаков выбраны конструктивное исполнение, форма образуемого забоя, скорость фрезерования, способ транспортирования стружки из зоны забоя, расположение опор.

Ключевые слова: горные машины, исполнительные органы, фрезерование массива горной породы.

Исполнительные органы горных машин характеризуются большим разнообразием как по конструктивному исполнению, так и по режимам взаимодействия с массивом горной породы. Их эксплуатационные свойства реализуются конструкторами в зависимости от физико-механических свойств горной породы, геологического строения разрабатываемого пласта, а также технологических требований на конкретную операцию. С учетом этого в настоящее время на машинах по разработке месторождений полезных ископаемых открытым (карьерным или поверхностно-послойным) и подземным (шахтным) способами применяются следующие типы исполнительных органов конструктивному исполнению [1–5].

Узкий диск (дисковая фреза) в сборе состоит из цельного жесткого диска, закрепленного на консоли приводного вала, по периферии которого закреплены породоразрушающие элементы. Для фрезерования мягких пород используются плоские тангенциальные резцы, а для твердых пород – зубки с твердосплавными сердечниками. Для фрезерования торфяной залежи с древесными включениями рекомендуется использовать резцы в виде «ласточкин хвост» или плоских профильных резцов. Узкие диски применяются для прорезки узких щелей в массиве и распиливания блоков горной породы. Отношение ширины b прорезаемой щели к диаметру D диска по концам режущих элементов $b/D \leq 0{,}15$. Достоинства: простота конструкции, обеспечение высоких скоростей фрезерования, эффективное транспортирование стружки из зоны резания инерционными силами.

Эксплуатационные недостатки дисковых фрез: небольшая глубина фрезерования $H_ф$ по отношению к диаметру $H_ф / D \leq (0{,}35\ldots0{,}4)$, мелкофракционный состав стружки и интенсивное пылеобразование. При резании скальных пород требуется интенсивное водяное охлаждение диска и зубков.

Роторы и шнек-фрезы получили наибольшее распространение в исполнительных органах проходческих и добычных горных машин. Они характеризуются относительно простой конструкцией, высокой массовой производительностью при относительно невысоких удельных энергозатратах.

Роторы выполняются двух типов. Первые из них применяются на многоковшовых экскаваторах и представляют собой массивный обод с закрепленными по периферии фрезерующими ковшами, вращающийся на направляющих опорных роликах, установленных на неподвижной ступице, и приводимый в движение посредством открытой зубчатой передачи. Вторые представлены на проходческих комбайнах для подземных разработок. Они могут быть выполнены в виде двухлучевой планки, трех- или четырехлучевого ротора оснащенных по боковой плоскости породоразрушающими элементами и закрепленных на консоли приводного вала. Отрабатывают круглый плоский забой по ходу машины. Погрузка сфрезерованной массы на конвейер обеспечивается открытыми ковшами, расположенными в профильной плоскости по периферии ротора.

Рабочей частью шнек-фрез является боковые поверхности цилиндра или конуса, образованных по внешним режущим кромкам резцов. Для удаления сфрезерованной массы из зоны забоя они оснащаются винтовыми лопастями. Достоинства: большая производительность по руде, возможность работы на полную мощ-

ность пласта $H_ф = D$; транспортирование руды в осевом направлении обеспечивается винтовыми лопастями.

Недостатки шнек-фрез: невысокая производительность по транспортированию руды (вероятность заштыбовки в закрытых зонах).

Цепной бар представляет собой замкнутую тягово-приводню цепь с закрепленными на ее специальных звеньях зубками, установленную подвижно в направляющих Т-образных пазах рамы (шины) и огибающую приводную и натяжную звездочки. В поперечном сечении цепи резцы (зубки) расположены под различными углами относительно плоскости ее симметрии, образуя от 3 до 9 линий резания. Применяется для прорезания узких глубоких щелей в массиве горных выработок. Недостатки – небольшая производительность по перемещению сфрезерованной массы.

Многоковшовая рама – наиболее массивный исполнительный орган по сравнению с выше перечисленными. Включает в себя две параллельные тягово-приводные цепи с закрепленными на них массивными ковшами, на передних открытых кромках которых закреплены резцы. Цепи огибают звездочки, закрепленные на верхнем приводном и нижнем натяжном валах. Применяются при разработке мощных пластов и на откосах карьеров, обеспечивает большую производительность. Средние скорости фрезерования ($\upsilon_{ср}$ = 1,5 м/с).

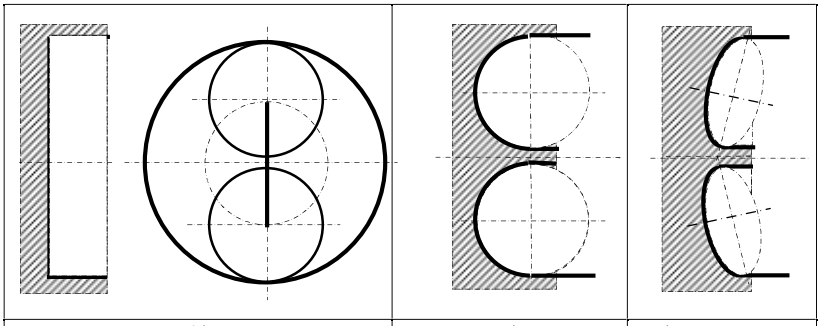
Ковши выполнены без дна. Основные нагрузки на ковши и тяговую цепь формируются от сил сопротивления резанию при разрушении породы, а также подачи на забой. Масса материала в ковшах и сопротивление транспортированию незначительны по отношению к первой группе сил.

В отличие от цепного бара, где транспортирование материала из зоны резания происходит волочением, в многоковшовой раме - перемещение в ковшах. Многоковшовая рама обеспечивает значительную ширину захвата по отношению к внешним габаритам (длина L), а также глубину разработки до 0,9L.

Имеется определенное разнообразие планетарно-дисковых исполнительных органов (ИО), в частности: с параллельными, перпендикулярными и наклонными осями вращения режущих дисков по отношению к водилам, а также с комбинированным расположением осей вращения (Рис. 1).

Исполнительные органы также классифицируются по скорости фрезерования (резания), т. е. линейной скорости контакта зубков с массивом горной породы:

- тихоходные ИО, $\upsilon_р \leq (1,0 \div 1,5)$ м/с, представлены многоковшовыми рамами;



А) плоский круглый забой	Б) торообразный	В) элиптический

Рис. 1. Формы забоя, которые образуют планетарно-дисковые исполнительные органы с различным расположением осей в относительном и переносном вращении.

- среднескоростные, $\upsilon_р = (1{,}0 \div 3{,}0)$ м/с; наиболее распространены на горных машинах: шнек-фрезы, роторы, цепные бары;

- высокоскоростные ($\upsilon_р \geq (3{,}0 \div 5{,}0)$ м/с.: дисковые фрезы.

По способу транспортирования сфрезерованной массы из зоны резания:

- инерционный способ (для высокоскоростных ИО, а также при фрезеровании цепным баром в направлении “снизу-вверх”);

- волочение по сфрезированной поверхности массива горной породы;

- транспортирование в ковшах (многоковшовая рама и роторы).

Инерционный способ наиболее производительный и не требует специальных устройств на исполнительном органе. Волочение по поверхности отличается большими энергозатратами и неустойчивым течением массы (возможна заштыбовка в ограниченных зонах). Он обеспечивается наклонными лопастями, лемехом или же шнеком. Транспортирование в ковшах наиболее устойчивый процесс, высокопроизводительный и отличается малыми удельными затратами на транспортирование.

Недостаток: ковшы массивные, подвешены на тяговых цепях, изнашивание ковшей и цепей.

Исполнительные органы классифицируются:

По форме внешней поверхности (по геометрии, образованной режущими элементами при вращении):

а) цилиндрические (Рис. 2.)

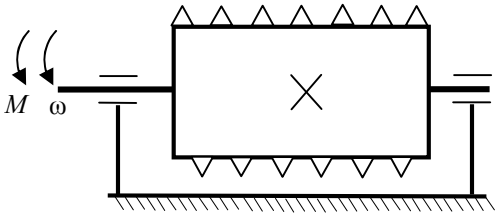


Рис. 2

б) конусные (Рис. 3)

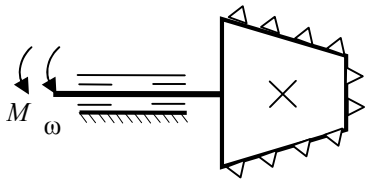


Рис. 3.

в) сферические (Рис. 4)

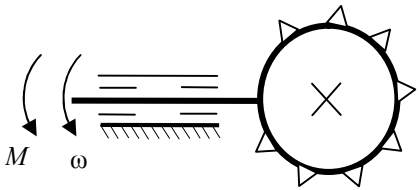
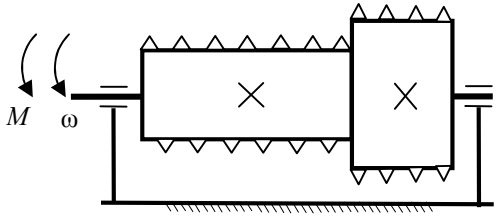
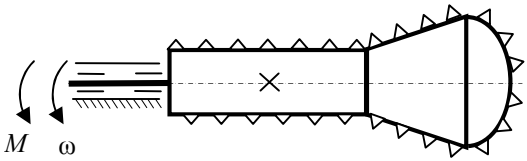


Рис. 4.

г) комбинированные (Рис. 5 а,б)



а)



б)

Рис. 5.

По расположению подшипниковых опор в исполнительном органе:

а) разнесенные опоры (двухопорная балка) используются в широких шек-фрезах при отношении $B / D \geq 1{,}5$ (Рис. 6)

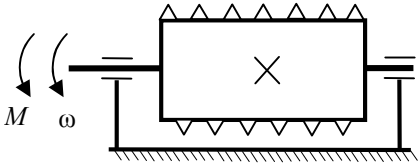


Рис. 6.

б) одностороннее расположение опор (консольно) (Рис. 7)

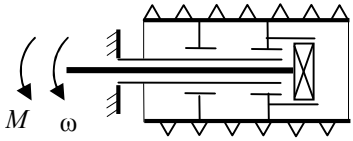


Рис. 7.

г) в комбинированных ИО расположение опор может быть односторонне-разнесенное (Рис. 8)

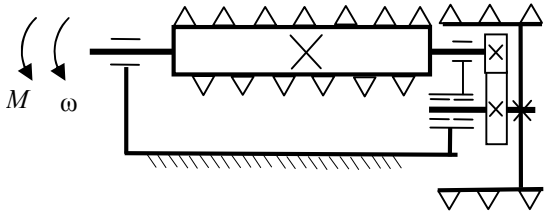


Рис. 8

По расположению ИО на корпусе машины или комбайна: переднее, заднее, внутреннее, нижнее, верхнее, боковое, горизонтальное, вертикальное, наклонное, а также по схеме “манипулятор” (на управляемой поворотной рукояти).

Таким образом, выполненный анализ позволяет при проектировании машин для разработки месторождений полезных ископаемых выбирать наиболее рациональные схемы исполнительных органов для получения требуемой производительности при оптимальной энергоемкости процесса фрезерования пласта и перемещения породы из зоны забоя на транспортирующие машины.

Библиографический список:

1. Горные машины : учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1. Основы теории / Г.В. Казаченко [и др.] ; под общ. ред. В. Я. Прушака. – Минск : Вышэйшая школа, 2018. – 183 с.

2. Горные машины : учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2. Машины и комплексы для добычи полезных ископаемых / Г.В. Казаченко, В.Я. Прушак, Г.А. Басалай. – Минск : Вышэйшая школа, 2018. – 228 с.

3. Горные машины. Практикум : учебное пособие. / Г.В. Казаченко, Г.А. Басалай, Г.И. Лютко. – Минск : Вышэйшая школа, 2020. – 200 с.

4. Басалай, Г.А. Проектирование горных машин и оборудования для студентов специальности 1-36 10 01 «Горные машины и оборудование (по направлениям)» / Г.А. Басалай. – Минск : БНТУ, 2022. – 87 с.

5. Очистные комбайны: [справочник] / В. И. Морозов, В. И. Чуденков, Н. В. Сурина; под общ. ред. В. И. Морозова. – М.: Изд-во МГГУ, 2006 – 650 с.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 539.3: 624.07

МКЭ МОДЕЛЬ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОРТОТРОПНЫХ ПЛАСТИН С ВОЗНИКАЮЩЕЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ

Трещев А.А., Лапшина М.А.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Предложена КЭ модель поперечно нагруженной пластины средней толщины с прямоугольным контуром. Материал пластины принят ортотропным с наводимой в процессе деформирования неоднородностью. Рассмотренные материалы не подчиняются гипотезам единой кривой деформирования. Учитывая, что известные физические уравнения обилуют недостатками, да и просто ошибочны, здесь приняты новые зависимости, представленные в нормированном тензорном пространстве напряжений.

Ключевые слова: ортотропия, деформационная, пластина, неоднородность, деформирование, метод конечных элементов.

В настоящее времяв технике находят широкое распространение композиты с наполнителями различной природы. Эти композиты зачастую представляют хаотически или направленно армированные структуры, выполненные на основе полимеров, волокон бора или графита (карбона). Использование подобных композитов создает предпосылки к повышению жесткостных и прочностных параметров конструкций. Кроме того, современные композитыобладают повышенной стойкостью к агрессивным средам и меньшей массой. Наряду с этим указанные композиты структурно анизотропны, обладают нелинейными связями напряжений с деформациями и зачастую в процессе силового нагружения приобретают деформационную неоднородность. Наиболее распространенный класс структурной анизотропии, обнаруживаемый у этих композитов, является ортотропия. Одновременно приобретаемая деформационная анизотропия совершенно не укладывается в представления традиционных теорий механики деформируемого твердого однородного и структурно неоднородного тела. Учиты-

вая недостатки специально разработанных для расчета конструкций, выполненных на основе указанных материалов, здесь использованы, предложенные ранее авторами [1], уравнения состояния, сформулированные в нормированном пространстве напряжений, связанном с главными осями ортотропии, которые продемонстрировали свою универсальность и наибольшую адекватность экспериментальным исследованиям.

Рассмотрен поперечный изгиб до равновесного состояния прямоугольной пластины, привязанной к осям декартовой координатной системе, совпадающим с главными материальными осями в исходном состоянии. В основу математической модели положены следующие допущения: а) зависимость прогибов срединной плоскости пластины wот координаты x_3, направленной по ее толщине в явном виде не принимается во внимание $(e_3=0)$; б) нормаль к срединной поверхности при деформировании отклоняется от начального положения на угол ψ_1, от оси x_1 и ψ_2 от оси x_2; в) нормальные напряжения σ_3, ортогональные к срединной плоскости ввиду их малости в уравнениях не учитываются.

Ввиду принятых допущений геометрические представления принимаются в традиционной форме:

$$U_1(x_1,x_2,x_3)=u_1(x_1,x_2)+x_3\,\psi_2(x_1,x_2);$$

$$U_2(x_1,x_2,x_3)=u_2(x_1,x_2)-x_3\psi_1(x_1,x_2);\quad U_3(x_1,x_2,x_3)=w(x_1,x_2), \qquad (1)$$

где u_k – перемещениясрединной поверхности вдоль осей x_1 и x_2; $\psi_1=w_{,2}-\gamma_{23}$, $\psi_2=-w_{,1}+\gamma_{13}$; γ_{ij} – деформации поперечного сдвига.

Тогда уравнения связи деформаций с перемещениями срединной поверхности получим в виде:

$$e_{11}=u_{1,1}+x_3\psi_{2,1};\quad e_{22}=u_{2,2}-x_3\psi_{1,2};\quad e_{33}=0;$$

$$\gamma_{12}=u_{1,2}+u_{2,1}+x_3\left(\psi_{2,2}-\psi_{1,1}\right);\quad \gamma_{13}=\psi_2+w_{,1};\quad \gamma_{23}=-\psi_1+w_{,2}. \qquad (2)$$

Анализ известных публикаций [2 – 8], содержащихсведения по экспериментальному исследованию деформирования композитных материалов, обладающих двойной анизотропией, позволил ранее авторам [9] предложить энергетически нелинейные уравнения связи тензоров деформаций и напряжений для ортотропных материалов, приобретающих при нагружении деформационную неоднородность. Там же показано, что для определения полного комплекта констант сформулированного потенциала деформаций необходимо привлекать весьма большое количество экспериментальных испытаний, многие из которых технически реализовать в настоящее время не удается, да и публикаций в этом направлении не обнаруживается. Несмотря на это, необходимость в деформационно-прочностных расчетах конструкций из

композитных материалов не снижается. Поэтому этот потенциал был приведен к квазилинейной форме:

$$W_1 = A_1\sigma_{11}^2 + A_2\sigma_{22}^2 + A_3\sigma_{33}^2 + A_4\sigma_{11}\sigma_{22} + A_5\sigma_{22}\sigma_{33} + A_6\sigma_{33}\sigma_{11} + \\ + A_7\tau_{12}\tau_{21} + A_8\tau_{23}\tau_{32} + A_9\tau_{31}\tau_{13}, \quad (3)$$

где A_k – параметры представлены в виде функций нормированных напряжений.

Продифференцировав потенциал (3) по правилам Кастильяно с учетом принятых выше допущений получены уравнения связи деформаций с напряжениями в произвольной точке тела пластины:

$$\{e\} = [P]\{\sigma\}, \quad (4)$$

где

$$\{e\} = \begin{Bmatrix} e_{11} \\ e_{22} \\ \gamma_{12} \\ \gamma_{13} \\ \gamma_{23} \end{Bmatrix}; [P] = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & 0 & 0 & 0 \\ & P_{22} & 0 & 0 & 0 \\ & & P_{66} & 0 & 0 \\ & sim & & P_{44} & 0 \\ & & & & P_{55} \end{bmatrix}; \quad \{\sigma\} = \begin{Bmatrix} \sigma_{11} \\ \sigma_{22} \\ \tau_{12} \\ \tau_{13} \\ \tau_{23} \end{Bmatrix};$$

$$P_{11} = (A_{1111} + B_{1111}\alpha_{11}) + 0,5[B_{1111}\alpha_{11}(1 - \alpha_{11}^2) - B_{2222}\alpha_{22}^3 - \\ - B_{1212}\alpha_{12}^3 - B_{2323}\alpha_{23}^3 - B_{1313}\alpha_{13}^3] + B_{1122}\alpha_{22}(1 - \alpha_{11}^2 - \alpha_{11}\alpha_{22});$$

$$P_{12} = P_{21} = A_{1122} + B_{1122}(\alpha_{11} + \alpha_{22});$$

$$P_{22} = (A_{2222} + B_{2222}\alpha_{22}) + 0,5[B_{2222}\alpha_{22}(1 - \alpha_{22}^2) - B_{1111}\alpha_{11}^3 - \\ - B_{1212}\alpha_{12}^3 - B_{2323}\alpha_{23}^3 - B_{1313}\alpha_{13}^3] + B_{1122}\alpha_{11}(1 - \alpha_{22}^2 - \alpha_{11}\alpha_{22});$$

$$P_{66} = A_{1212} - (B_{1111}\alpha_{11}^3 + B_{2222}\alpha_{22}^3) - 2B_{1122}\alpha_{11}\alpha_{22}(\alpha_{11} + \alpha_{22});$$

$$P_{44} = A_{1313} - (B_{1111}\alpha_{11}^3 + B_{2222}\alpha_{22}^3) - 2B_{1122}\alpha_{11}\alpha_{22}(\alpha_{11} + \alpha_{22});$$

$$P_{55} = A_{2323} - (B_{1111}\alpha_{11}^3 + B_{2222}\alpha_{22}^3) - 2B_{1122}\alpha_{11}\alpha_{22}(\alpha_{11} + \alpha_{22}).$$

Составляющие компоненты A_{ijkm} и B_{ijkm} тензора податливостей четвертого ранга вычисляются через модули упругости и коэффициенты поперечной деформации, установленные из опытов на осевое растяжение и сжатие в главных осях ортотропии, а также через модули сдвига, полученные из испытаний на сдвиг во взаимно ортогональных плоскостях; $\alpha_{ij} = \sigma_{ij}/S$ – нормированные напряжения в главных материальных осях, $S = \sqrt{\sigma_{11}^2 + \sigma_{22}^2 + 2\tau_{12}^2 + 2\tau_{23}^2 + 2\tau_{13}^2}$; $\alpha_{11}^2 + \alpha_{22}^2 + \alpha_{12}^2 + \alpha_{23}^2 + \alpha_{13}^2 = 1$ – условие нормировки пространства [1, 9].

Обращением уравнений (4) устанавливается обратные связи $\{\sigma\} = [T]\{e\}$, где T_{ij} – нелинейные функции жесткостей, определяемые видом напряженного состояния и уровнем нагружения, $[T] = [A]^{-1}$. При переходе от напряжений к усилиям устанавливаются известные урав-

нения равновесия срединной поверхности пластины, загруженной поперечной нагрузкой интенсивностью $q(x_1,x_2)$:

$$N_{11,1}+N_{12,2}=0; \quad N_{12,1}+N_{22,2}=0; \quad M_{11,1}+M_{12,2}=Q_1;$$
$$M_{12,1}+M_{22,2}=Q_2; \quad Q_{1,1}+Q_{2,2}=q(x_1,x_2), \tag{5}$$

где $N_{ij}=\int_{-h/2}^{h/2}\sigma_{ij}\,dx_3$; $M_{ij}=\int_{-h/2}^{h/2}\sigma_{ij}\,x_3dx_3$; $Q_k=\int_{-h/2}^{h/2}\tau_{k3}\,dx_3$, $(i,j,k=1,2)$.

Очевидно, что между векторами обобщенных усилий $\{M\}$ и обобщенных деформаций срединной поверхности пластины $\{\varepsilon\}$ устанавливаются прямые связи:

$$\{M\}=[D]\{\varepsilon\}, \tag{6}$$

где

$$\{M\}=\begin{Bmatrix} M_{11}\\ M_{12}\\ M_{22}\\ Q_1\\ Q_2\\ N_{11}\\ N_{22}\\ N_{12}\end{Bmatrix};\ [D]=\begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} & D_{16} & K_{14} & K_{15} & K_{11} & K_{12} & K_{16}\\ & D_{22} & D_{26} & K_{24} & K_{25} & K_{12} & K_{22} & K_{26}\\ & & D_{66} & K_{64} & K_{65} & K_{16} & K_{26} & K_{66}\\ & & & C_{44} & C_{45} & C_{14} & C_{24} & C_{46}\\ & & & & C_{55} & C_{15} & C_{25} & C_{65}\\ & sim & & & & C_{11} & C_{12} & C_{16}\\ & & & & & & C_{22} & C_{26}\\ & & & & & & & C_{66}\end{bmatrix};$$

$$\{E\}=\begin{Bmatrix} \psi_{2,1}\\ -\psi_{1,2}\\ \psi_{2,2}-\psi_{1,1}\\ \gamma_{13}\\ \gamma_{23}\\ u_{1,1}\\ u_{2,2}\\ u_{1,2}+u_{2,1}\end{Bmatrix};$$

$C_{ij}=\int_{-h/2}^{h/2}T_{km}\,dx_3$; $K_{km}=\int_{-h/2}^{h/2}T_{km}\,x_3dx_3$; $D_{pq}=\int_{-h/2}^{h/2}T_{km}\,x_3^2dx_3$;
$i,j=1,2,4,5,6$; $k,m=1,2,4,5,6$; $p,q=1,2,6$.

Интегралы здесь вычисляются при мнимом разбиении пластины по толщине на ряд фиктивных слоев одинаковой толщины. Уравнения (6) были положены в основу математической модели изгиба прямоугольных ортотропных пластин с учетом деформационной анизотропии (неоднородности), для которой использовались пластинчатые изгибные гибридные треугольные конечные элементы с пятью степенями свободы в узле, разработанные в работе [10]. КЭ модель использована при расчете жестко закрепленной по контуру пластины ($u_1=0$; $u_2=0$; $w=0$; $\psi_1=0$; $\psi_2=0$) с размерами 1000×800×100 мм. План пластины с учетом сходимости КЭ процедуры был покрыт 512 треугольными элементами (с прямым углом, сетка размером 16×16) с разбивкой по толщине на 15 фиктивных слоев.Для

конкретизации материала пластины был принят стеклопластик [3 – 6] со следующими механическими характеристиками: E_1^+=140 ГПа; E_1^-=70 ГПа; E_2^+=280 ГПа; E_2^-=140 ГПа; ν_{12}^+=0,2; ν_{12}^-=0,3; G_{12}=60 ГПа; G_{13}=44,8 ГПа; G_{23}=39,3 ГПа. Величина интенсивности равномерно распределенной поперечной нагрузки была принята 0,15 МПа.

Расчет проводился с использованием двух вариантов расчетных моделей: а) на основе разработанной КЭ модели с учетом соотношений (1) – (6); б) по классической теории упругости ортотропных сред. Ниже приведены отдельные графические представления полученных решений, которые для варианта «а» обозначены сплошными линиями, а для варианта «б» – штриховыми. На рис. 1 приведено распределение прогибов пластины вдоль ее диагонали, на рис. 2 – нормальных напряжений σ_x в крайних верхних волокнах по оси симметрии более длинной стороны пластины (ось OX), на рис. 3, 4 – нормальных напряжений σ_x и σ_y по толщине пластины (ось OZ).

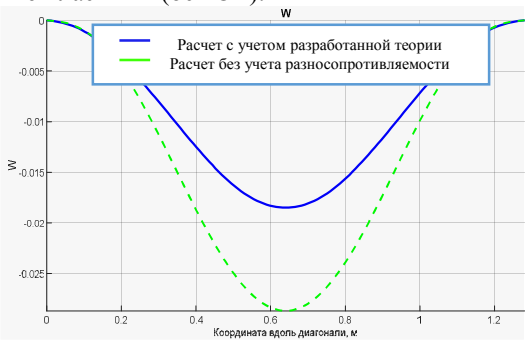


Рис. 1. Прогибы w в срединной плоскости вдоль диагонали пластины. Погрешность классической теории до 41,7 %

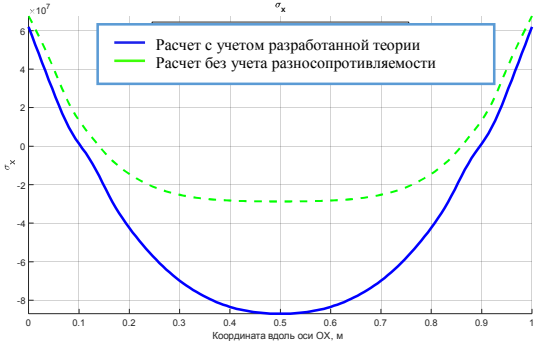


Рис. 2. Напряжения σ_x (сверху) вдоль оси OX. Погрешность классической теории до 64,7 %

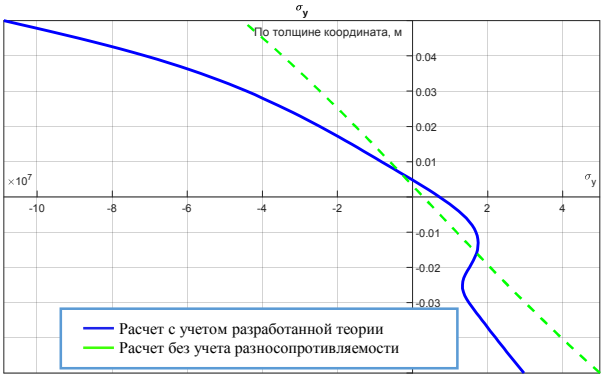


Рис. 3. Напряжения σ_y по толщине вдоль оси OZ. Погрешность классической теории по сравнению с принятой моделью до 59,6 %

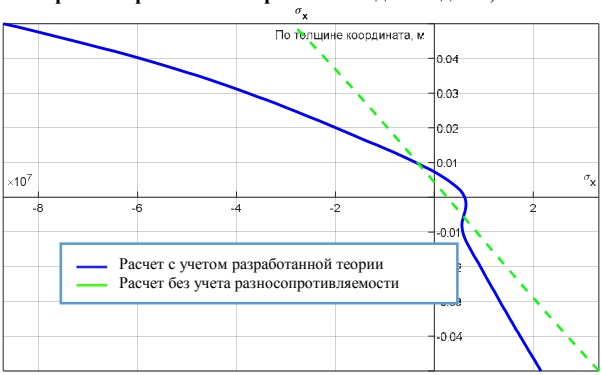


Рис. 4. Напряжения σ_x по толщине вдоль оси OZ. Погрешность классической теории по сравнению с принятой моделью до 66,3 %

Очевидно, что использование разработанной модели с учетом нелинейных уравнений состояния ортотропных материалов с зависимостью деформационных характеристик от вида напряженного состоянии позволяет серьезно уточнить параметры НДС пространственных конструкций (см. рис. 1 – 4).

Библиографический список:

1. Treschev A.A. Defining equations of deformation of materials with double anisotropy / A.A.Treschev, Yu.A.Zavyalova, M.A.Lapshina, A.E.Gvozdev, O.V.Kuzovleva, E.S.Krupitsyn // Chebyshevskii sbornik, 2021. №4(22). P. 369–383.

2. Schmueser D.W. Nonlinear Stress-Strain and Strength Response of Axisymmetric Bimodulus Composite Material Shells / D.W.Schmueser // AIAA Journal, 1983. №12(21). P. 1742–1747.

3. Reddy L.N. On the Behavior of Plates Laminated of Bimodulus Composite Materials / L.N.Reddy, C.W.Bert // ZAMM, 1982. №6(62). P. 213 – 219.

4. Jones R.M. Stress-Strain Relations for Materials with Different Moduli in Tension and Compression / R.M.Jones // AIAA Journal, 1977. №1(15). P. 16–25.

5. Jones R.M. A Nonsymmetric Compliance Matrix Approach to Nonlinear Multimodulus Ortotropic Materials/ R.M.Jones // AIAA Journal, 1977. №10(15). P. 1436–1443.

6. Jones R.M. Modeling Nonlinear Deformation of Carbon-Carbon Composite Material / R.M.Jones // AIAA Journal, 1980. №8(18). P. 995–1001.

7. Каюмов Р.А. Идентификация механических характеристик армированных волокнами композитов / Р.А.Каюмов, С.А.Луканкин, В.Н.Паймушин, С.А.Холмогоров // Уч. записки Каз. Ун-та. Сер.: Физ.-мат. Науки, 2015. №4(157). С. 112–132.

8. Shafigullin L.N. Development of the recommendations on selection of glass-fiber reiforced polyurethanes for vehicle parts / L.N.Shafigullin, A.A.Bobrishev, V.T.Erofeev, A.A.Treshchev, A.N.Shafigullina // International Journal of Applied Engineering Research, 2015. №23(10). P. 43758–43762.

9. Трещев А.А. Потенциальная зависимость между деформациями и напряжениями для ортотропных физически нелинейных материалов / А.А.Трещев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, 2017. №4(324). P. 71–74.

10. Теличко В.Г. Гибридный конечный элемент для моделирования пространственных машиностроительных конструкций с усложненными свойствами / В.Г.Теличко, А.А.Трещев // Проблемы машиностроения и автоматизации, 2004. №1. С. 61–65.

УДК 658.512

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Прохорова А.В., Сычева Т.Н.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Рассматриваются проблемы, возникающие при реализации проектных решений строительных объектов. На примерах готовых градостроительных объектов г. Тулы прослеживаются этапы и причины изменений в проектной документации. Подчеркивается важность функции управления проектами для обеспечения согласованности готового объекта и его проекта.

Ключевые слова: проектные решения, управление проектами, реализация проектов строительных объектов, проектная документация

Стадия проектирования традиционно предшествует процессу строительства любого объекта. Грамотно разработанная проектная до-

кументация является основой и гарантом своевременного возведения прочного и надежного сооружения, а также применения ресурсосберегающих технологий.

Согласно Градостроительному кодексу Российской Федерации проектная документация содержит материалы в текстовой и графической формах и (или) в форме информационной модели, определяет архитектурные, функционально-технологические, конструктивные и инженерно-технические решения для обеспечения строительства, реконструкции объектов капитального строительства, их частей, капитального ремонта [1]. Таким образом, проектная документация отражает инженерные решения, которые должны быть реализованы при возведении или ремонте здания или сооружения. Наблюдения за реализацией проектных решений показывают, что готовые объекты не всегда соответствуют разработанному проекту.

На этапе разработки проектной документации следует уделять внимание подготовительным этапам строительства: концепция проекта, планирование, отбор и формирование взаимосвязей с подрядными организациями. В настоящее время большинство строительных организаций реализуют управление проектными решениями, осознавая значимость цепочки: сроки – бюджет - качество работ.

В строительной отрасли значение проектных решений является первостепенным, в ходе реализации проектов должно быть обеспечено требуемое качество выполнения строительно-монтажных работ и экономичное использование всех видов ресурсов. Согласно данным Росстата на территории страны в 2008 году действовало более 155 тыс. строительных организаций. Кризис 2009-2010 гг. серьезно усложнил работу подрядчиков. Около 10-20% организаций вынуждены были прекратить свое существование. В январе 2009 года впервые в 21 веке была зафиксирована отрицательная динамика объема работ в строительстве для нашей страны [2]. Предприятия строительной отрасли оказались в сложной ситуации.

При внедрении технологии управления проектами в строительстве многим компаниям пришлось ввести такую должность как руководитель проекта. Можно отметить, что в ходе возведения большинства объектов руководство производством работ осуществляется одновременно несколькими руководителями в пределах своих полномочий: бригадир, мастер, прораб, начальник участка, главный инженер, руководитель подрядной организации. При этом для качественной реализации сложного проекта необходимо единоначалие. Профессиональные требования, обязанности и права руководителей проектов строительной организации закрепляются в положении по проектному

управлению, поддерживаются договорами подряда. В зависимости от типа и масштабов работ данную функцию можно возложить как на прораба, так и на главного инженера строительной организации [3].

В ходе управления проектом создается общее информационное пространство для обмена данными, прорабатываются все этапы жизненного цикла проекта. При возведении зданий и сооружений должны быть выполнены все принятые проектные решения. Однако готовые объекты нередко частично или полностью отличаются от утвержденного проекта. Среди причин такого несоответствия можно назвать следующие:

- с целью ускорения процесса реализации проекта строительство объекта проводится параллельно с разработкой рабочей документации, при этом не соблюдается стадийность архитектурно-строительного проектирования;

- в период возведения сооружения были выявлены проблемы, решение которых требует уточнение, доработку или внесение изменений в готовую утвержденную проектную документацию.

Согласно градостроительному кодексу Российской Федерации, изменения в проектную документацию можно вносить даже после утверждения рабочей документации. Такие изменения тоже должны проходить утверждение, однако пунктом 3.8 предусмотрен ряд случаев, когда изменения могут вноситься без утверждения [1].

По решению застройщика экспертизу проектной документации можно не проводить в отношении изменений, внесенных в проектную документацию, которая уже имеет положительное экспертное заключение, если такие изменения одновременно:

1) не затрагивают несущие строительные конструкции объекта капитального строительства, за исключением замены отдельных элементов конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы;

2) не влекут за собой изменение класса, категории и (или) первоначально установленных показателей функционирования линейных объектов;

3) не приводят к нарушениям требований технических регламентов, санитарно-эпидемиологических требований, требований в области охраны окружающей среды, требований государственной охраны объектов культурного наследия, требований к безопасному использованию атомной энергии, требований промышленной безопасности, требований к обеспечению надежности и безопасности электроэнергетических систем и объектов электроэнергетики, требований антитеррористической защищенности объекта;

4) соответствуют заданию застройщика или техническому заданию на проектирование, а также результатам инженерных изысканий;

5) соответствуют установленной в решении о предоставлении бюджетных ассигнований на осуществление капитальных вложений, принятом в отношении объекта капитального строительства государственной (муниципальной) собственности в установленном порядке, стоимости строительства (реконструкции) объекта капитального строительства, осуществляемого за счет средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации.

Рассмотрим варианты реализации проектных решений при возведении некоторых значимых градостроительных объектов в г. Туле.

Одним из примеров реализованных проектных решений можно назвать Казанскую набережную в г. Тула. Благодаря своему расположению в центре города это сооружение стало очень популярным местом отдыха для туляков и гостей города. Система пешеходных мостов и прогулочных маршрутов, зрительные зоны и зоны отдыха на берегах реки Упы, организованные детские площадки и преобразование улицы Металлистов в пешеходную зону - все это было представлено в проектной документации [4]. Можно уверенно сказать, что готовый объект соответствует разработанной проектной документации: проведено зонирование территории, использованы запланированные строительные и отделочные материалы, обеспечена прочность сооружения. Пока только одно проектное предложение не удавалось воплотить - организация катка в зимнее время в результате заливки улицы Металлистов. Стоит отметить, что управление данным проектом было осуществлено эффективно.

Изменения, вносимые в проект после прохождения экспертизы, скорее всего, являются целесообразными, экономически выгодными и согласованными с заказчиком, но зачастую они не соответствуют Сводам правил (СП).

Рассмотрим еще один вариант управления проектами при возведении торгового центра «Гостиный двор», который размещается в центральной части г. Тулы. В ходе воплощения проекта очевидно пришлось внести изменения в решение по организации парковки. Для данного центра в соответствии с требованиями нормативной документации было запроектировано не менее 1070 парковочных мест [6]. На момент ввода здания в эксплуатацию и открытия торгового центра мест для парковки оказалось всего 300 [5]. В настоящий момент благодаря организации двухуровневой подземной парковки и парковочной полосы по периметру всего здания количество машино-мест удалось увеличить, но требуемое число достичь будет невозможно.

Директор ТЦ «Гостиный двор» в статье «Все решения градостроительного совета мы будем исполнять», опубликованной на сайте «MySlo» отмечает, руководство торгового центра будет искать «новые территории» для парковки автомашин. При этом отмечается, что «на первых порах парковок будет достаточно» [5]. Очевидно, что заказчик находит обоснование для несоблюдения проектных решений и требований нормативной документации.

В проектной документации торгово-развлекательного центра «Макси» организация прилегающей к нему территории была запланирована несколько по-другому. При осуществлении этого проектного решения не было реализовано комплексное благоустройство набережной и территории за стенами гидротехнического сооружения, окружающего территорию торгового центра [7]. Из запланированных элементов благоустройства смогли только устроить «причал» для водного трамвая, небольшой зоопарк, спортивную площадку и кафе. Достаточно значимыми для организации городского пространства являлись такие проектные решения, как зонирование парковки «зелёными» полосами, устройство пешеходных озеленённых дорожек и организация выезда с территории торгово-развлекательного центра через железную дорогу на улицу Кирова [7]. В данном случае примененная стратегия управления проектом оказалась не вполне эффективной и не позволила реализовать проектные предложения, которые должны были способствовать улучшению качества жизни и отдыха населения.

С точки зрения организации парковочных мест у центра «Макси» нормы СП выполнены, но требуемый процент озеленения территории обеспечить не удалось. В соответствии с текстом СП 42.13330.2016 «…в городских и сельских поселениях необходимо предусматривать, как правило, непрерывную систему озелененных территорий и других открытых пространств. Удельный вес озелененных территорий различного назначения в пределах застройки городов (уровень озеленённости территории застройки) должен быть не менее 40%...» [6]. Согласно сведениям на сайте ТРЦ «Макси» площадь территории составляет 34 Га [7]. Выполнив несложные расчеты, можно определить, что озеленение должно составлять 13,6 Га площади этого сооружения. Возможно в будущем проектные решения по озеленению прибрежной территории все же будут реализованы, и у туляков появятся дополнительные места отдыха в центре города.

Стоит подчеркнуть важность продуманного и обоснованного, поэтапного и последовательного стадийного проектирования. При этом управление всеми проектами в строительстве должно учитывать такие факторы, как возможные и значимые изменения в проектно-

сметной документации, сжатые сроки подготовки тендерных предложений, жесткие требования к срокам сдачи объектов и зависимость от своевременной поставки материалов. Технология управления проектами в строительной отрасли охватывает широкий спектр мероприятий в области ресурсного планирования, направлено на отслеживание и оперативное исполнение задач по проекту.

Библиографический список:

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред. от 30.12.2020).

2. Новак Е. В. Управление проектами в подрядных строительных организациях. Журнал «Экономика и учет в строительстве», сентябрь 2010 год.

3. Король С.П. Управление проектами в организациях жилищного строительства в региональном строительном комплексе// Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. ISSN 1999-2645. — №1 (41). Номер статьи: 4103. Дата публикации: 2015-01-24. Режим доступа: https://eee-region.ru/article/4103/

4. «Реконструкция набережной реки Упы, Тула» [Электронный ресурс]. Режим доступа – свободный.

https://archi.ru/projects/russia/11869/rekonstrukciya-naberezhnoi-reki-upy-tula

5. «Все решения градостроительного совета мы будем исполнять,"- директор ТЦ "Гостиный двор" Рафик Папян» [Электронный ресурс]. Режим доступа - https://myslo.ru/news/arhiv/news-58305, - свободный.

6. СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».

7. «Торговый центр Макси г. Тула» [Электронный ресурс]. Режим доступа - https://all-malls.ru/torgovye-tsentry/maksi-tula/, - свободный.

8. Управление строительными проектами, организация и экспертиза проектов строительства http://dengifinance.ru. (21.09.18).

УДК 691.32

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ БЕТОНЫ С ДОБАВКОЙ МИКРОКАЛЬЦИТА

Барковская С.В., Хрунов Е.Е.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

В данной работе рассматривается возможность разработки и производства мелкозернистых бетонов с добавлением микрокальцита. Микрокальцит замещает часть расхода цемента в составах мелкозернистых бетонов, образуя совместно с портландцементом смешанное вяжущее, давая существен-

ный прирост прочностных показателей и уплотнение структуры бетона, как в присутствии поверхностно-активных веществ в бетонной смеси, так и без них.

Ключевые слова: мелкозернистый бетон, микрокальцит, тонкомолотая добавка, смешанное вяжущее.

При условии использования бетона в районах, где отсутствуют или экономически невыгодны щебень и гравийно-песчанная смесь, применение мелкозернистого бетона является достаточно актуальным. Применение данного материала также оправдано в густоармированных конструкциях, а также на стадии разработки новых составов бетона, например, выявление эффективности действия новых добавок-пластификаторов или тонкомолотых добавок. Исследования на мелкозернистом бетоне позволяют выявить необходимость (эффективность) применения того или иного компонента, а затем полученные результаты перенести в исследования составов бетонов с крупным заполнителем. Мелкозернистые бетоны также эффективны как декоративные материалы для производства облицовочных изделий, тротуарных и дорожных покрытий.

Мрамор – это метаморфическая горная порода, имеющая высокую прочность, плотность, долговечность, водонепроницаемость, которая также экологична и легко обрабатывается. Мрамор, применяемый для изготовления микрокальцита (в данной работе), более чем на 99% состоит из карбоната кальция. Микрокальцит (МК) – это мраморная мука, т.е вариант тонкодисперсного наполнителя в цементные системы. На основании работ [1,2] микрокальцит дает хорошие показатели улучшения прочностных и деформативных характеристик материалов, а также служит в цементных композициях дополнительными центрами кристаллизации.

Тонкомолотые добавки (золы, шлаки, отходы промышленности, микрокремнезем, микрокарбонат) вводят в состав мелкозернистого бетона для снижения расхода цемента и получения более плотной структуры при сниженном расходе цемента [3], который, вследствие применения только мелкого заполнителя с большой удельной поверхностью и так повышен, по сравнению с традиционными бетонами. Диапазон введения добавок для достижения максимального технологического эффекта находится в диапазоне 5 – 30%, в зависимости от вида добавки.

Применительно к мелкозернистым бетонам введение микрокальцита в состав позволит снизить пористость материала, уплотнить структуру, следовательно, повысить прочностные показатели. Данный

наполнитель уже нашел свое применение, например, в производстве плитки, как безусадочный наполнитель.

В данной работе рассматривается возможность применения микрокальцита в мелкозернистых бетонах, в качестве замены части портландцемента с применением поверхностно-активных веществ (ПАВ), без участи других модификаторов свойств бетонной смеси.

Исследования проводились на следующих материалах: портландцемент класса ЦЕМ I 32,5Н с активностью 32,8 МПа; песок строительный группы средний (модуль крупности 2,2); микрокальцит (помол до остатка на сите №008 – 3,9%); поверхностно-активные вещества: BASF Master PolyHeed 4004 (суперпластифицирующая добавка на основе полиакриловых эфиров) и Полипласт ПК тип S (суперпластификатор и укоритель твердения бетона, основой которого являются поликарбоксилатные эфиры). В ходе исследований изготавливались мелкозернистые бетонные смеси с соотношением цемент:песок 1:3. Из равноподвижных составов отформовывались образцы-балочки размером 4 × 4 × 16 см [3], подвижность бетонной смеси принималась по расплыву на встряхивающем столике 170 ± 5мм. Испытания образцов проводились в возрасте 28 суток н.у. твердения.

Необходимо отметить, что предварительно для портландцемента с добавлением микрокальцита была определена нормальная густота смеси. Выявлено, что введение микрокальцита практически не влияет на величину нормальной густоты смешанного вяжущего [3], увеличение нормальной густоты составило 0,5 – 1% от нормальной густоты цементного теста.

Влияние введение микрокальцита в составы мелкозернистого бетона в присутствии поверхностно-активных веществ, на прочностные показатели, приведены на рисунках 1 и 2.

Также, предварительно были определены пороги эффективности для поверхностно-активных веществ по снижению водопотребности смеси и росту предела прочности при сжатии. На основе этих испытаний для добавки BASF Master PolyHeed 4004 порог эффективности составил 0,6% от массы портландцемента, для добавки Полипласт ПК тип S – 0,8% раствора добавки от массы портландцемента.

По результатам, полученным при исследовании введения микрокальцита в состав мелкозернистых бетонов в количестве 0 – 40% от массы портландцемента, получили следующее:

1) оптимальным количеством микрокальцита в смешанном вяжущем является 30% от массы портландцемента, в присутствии обоих ПАВ;

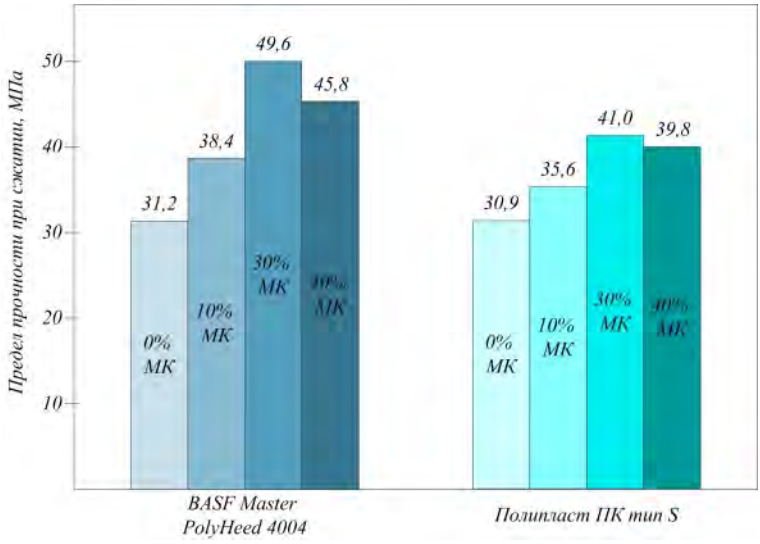


Рис. 1. Влияние введения микрокальцита на предел прочности при сжатии мелкозернистого бетона

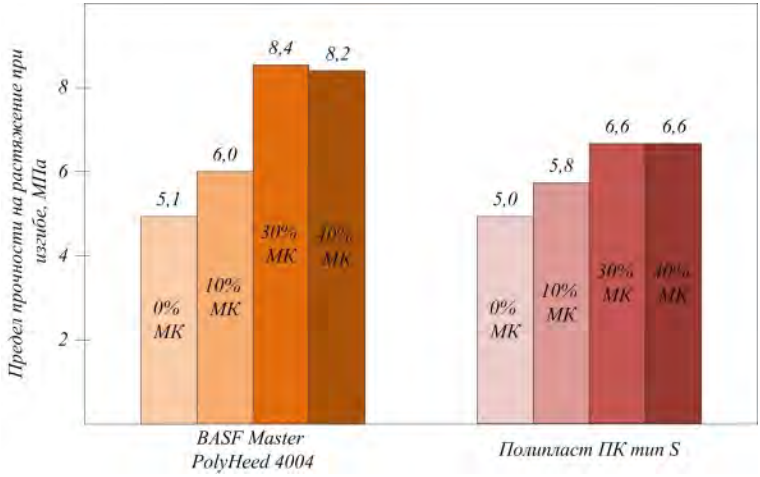


Рис. 2. Влияние введения микрокальцита на предел прочности на растяжение при изгибе мелкозернистого бетона

2) рост прочности на сжатие при 30%-ном замещении портландцемента в случае использования суперпластификатора BASF Mas-

ter PolyHeed 4004 составил 59% по сравнению с составом без МК, при введении ПАВ – Полипласт ПК тип S – 32,7%;

3) наибольший рост прочности на растяжение при изгибе в составах с суперпластификатором BASF Master PolyHeed 4004 составил 64,7% по сравнению с составом без микрокацита, в составах с добавкой Полипласт ПК тип S рост на 32,0%.

Таким образом, микрокальцит показал себя как эффективная тонкомолотая добавка. Учитывая стоимость тонкомолотого мрамора, которая значительно ниже стоимости портландцемента, введение микрокальцита в составы бетонов дает не только рост прочностных показателей, но и экономический эффект. Также микрокальцит, учитывая показатели прочности составов, можно исследовать, как тонкомолотую добавку в составы бетонов на основе низкоактивных цементов и цементов, потерявших активность при хранении.

Библиографический список:

1. Демьяненко О.В. Эффективность применения микрокальцита в производстве строительных композиций на цементной основе / О.В. Демьяненко, А.А. Куликова // Молодёжь, наука, технологии: новые идеи и перспективы (МНТ-2017): Избранные доклады IV Международной научной конференции студентов и молодых ученых, Томск, 25 – 27 октября 2017 года.. – Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. – С.39 – 41.

2. Куликова А.А. Нанотехнологии в производстве строительных материалов / А.А. Куликова, О.В. Демьяненко // Лучшая студенческая статья 2019: сборник статей XXVI Международного научно-исследовательского конкурса: в 2 ч., Пенза, 20 декабря 2019 года. Том Часть 1. – Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019. – С. 65 – 69.

3. Баженов М.Ю. Технология и свойства мелкозернистых бетонов: учеб. пособие // Ю.М. Баженов, Л.А. Алимов, Р.Б. Ергешев. – Алматы: КазГосИНТИ, 2000. – 195 с.

4. Соловьева И.Е. Эффективность применения микрокальцита в составе мелкозернистого бетона / И.Е. Соловьева, С.В. Барковская, Е.Е. Хрунов // 24-я Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы строительства и строительной индустрии», Тула, 29 – 30 июня 2023 г. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2023. – С. 165 – 167.

УДК 624.07

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ EN 1993-1-1 ПО УЧЁТУ НАЧАЛЬНЫХ НЕСОВЕРШЕНСТВ ДЛЯ РАСЧЁТА ВНЕЦЕНТРЕННО-СЖАТЫХ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СРЕДСТВАМИ САПР ПО СП 16.13330.2017

Делягин М.Ю.,
ООО «Промстрой Инжиниринг», г. Москва, Россия,
Стамболцян М.М.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассматривается применение автоматизированной методики учёта глобальных и локальных несовершенств, применяемой в европейских нормах расчёта стальных конструкций, к расчёту устойчивости внецентренно сжатых элементов по СП 16.13330.2018 в линейной и нелинейной постановках в Лира-САПР

Ключевые слова: несовершенства, устойчивость, САПР, еврокод, EN 1993-1-1, геометрическая нелинейность

Подход к расчёту стальных конструкций, используемый в российском СП 16.13330.2017, и методика еврокодоподобных норм имеют существенные отличия. В EN 1993-1-1 предписываются два типа расчётных схем. Схемы первого типа соответствуют классической теории малых перемещений, на которой базируется классический метод конечных элементов. Усилия в элементах определяются по начальному недеформированному состоянию расчётной схемы. Схемы второго рода учитывают влияние изменения геометрической формы расчётной схемы в процессе нагружения на возникающие усилия. Критерием необходимости использования усложнённой расчётной схемы является значение коэффициента запаса устойчивости системы. Предельные значения равняются десяти при расчёте в упругой стадии и пятнадцати - в упругопластической.

При расчёте по схемам второго рода согласно [1] требуется учитывать начальные несовершенства, которые могут носить как глобальный характер (перекосы, отклонения), так и локальный (погиби). При этом в зависимости от степени детализации расчётной схемы несовершенства учитываются в схеме полностью или частично, что влияет на параметры конструктивных расчётов.

При учёте непосредственно в конечно-элементной модели глобальных несовершенств [1] допускает ограничивать длину продольного изгиба длиной конструктивного элемента. Если же в схеме заданы и

глобальные, и локальные несовершенства, а расчёт ведётся в геометрически нелинейно постановке, то проверку устойчивости по [1] не требуется выполнять, ограничиваясь только проверками прочности.

Таким образом, применение подходов [1] к расчёту конструкций с учётом начальных несовершенств позволяет сократить перечень входных параметров конструктивных расчётов: убрать необходимость задания фактических расчётных длин в различных плоскостях. Зачастую именно в их назначении заключается основная сложность работы в постпроцессорах различных САПР. Ошибки проектирования из-за неверно назначенных расчётных длин при этом являются наиболее опасными, так как могут привести к мгновенному обрушению и инициации прогрессирующего разрушения. В сложных расчётных схемах реальных производственных объектов задание расчётных длин занимает много времени, требует итеративной корректировки после подбора сечений, а зачастую выходит за границы применения стандартных методик определения расчётных длин, регламентированных [2]. Применение анализа устойчивости методом конечных элементов, реализованного в большинстве современных САПР, требует высокой квалификации инженера. Кажущаяся простота вычисления расчётных длин специализированными модулями САПР без понимания фундаментальных особенностей этого процесса легко может привести к ошибкам. Полностью автоматизированный режим определения расчётных длин всех элементов для всех комбинаций загружений в программных комплексах для расчёта строительных конструкций в настоящий момент не реализован и не будет реализован в обозримом будущем. Использование альтернативных методик расчёта, позволяющих убрать необходимость вычисления расчётных длин, позволит существенно повысить надёжность и конструктивную безопасность сооружений.

В связи с внедрением на обязательной основе в практику проектирования в Республиках Казахстан и Беларусь адаптированных версий еврокодов производители САПР строительных конструкций, применяемых на территории СНГ, начали активно развивать поддержку данных норм и создавать соответствующие инструменты. В версии ЛИРА-САПР 2021 был добавлен инструмент для генерации начальных несовершенств. Так как непосредственное смещение узлов расчётных схем для моделирования отклонений может нарушать логику назначения конструктивных элементов, был реализован подход по косвенному учёту смещений в виде приложения к конечным или конструктивным элементам систем взаимно уравновешивающих сил, вызывающих требуемые смещения. Именно этот инструмент был использован в данной работе.

Для оценки применимости методики начальных несовершенств при расчёте конструкций по [2] была рассмотрена схема однопролётной рамы с жестко защемлёнными опорами и шарнирным сопряжением с ригелем. Для упрощения анализа результатов рама принята раскреплённой от смещений из плоскости в уровне ригеля. К раме приложена нагрузка от собственного веса элементов, нормативная погонная постоянная распределённая нагрузка на ригель 3 т/м и временная нормативная горизонтальная погонная нагрузка на колонны 0,4 т/м. Нагрузка на колонны умышленно принята одинаковой, данное решение не соотносится с привычным соотношением аэродинамических коэффициентов на наветренной и подветренной сторонах здания, но позволяет убрать влияние возможной неодновременной потери устойчивости колонн.

Расчётная длина колонны в плоскости рамы соответствует классической консоли с коэффициентом 2,0. Расчётная длина из плоскости рамы принята с коэффициентом 1,0. Чтобы критическим фактором расчёта гарантированно была устойчивость в плоскости рамы, колонны были выполнены из прокатных колонных двутавров 30К1 по ГОСТ 57837-2017 с близким к единице соотношением радиусов инерции в ортогональных плоскостях. Высота колонн принята равной 8,5 метра, расчётный пролёт рамы 12 метров. Материал конструкций – сталь С355Б.

Для моделирования несовершенств использовались рекомендуемые по умолчанию настройки ЛИРА-САПР для задания относительных отклонений 1/200 и относительной кривизны 1/300. Эквивалентные нагрузки от реализации несовершенств записывались в отдельные загружения. Проверки элементов в схемах с линейными расчётами выполнялись на основе расчётных сочетаний нагружений, включающих нагрузки от несовершенств. Для геометрически нелинейных схем генерировались нелинейные истории загружений и расчёт нормальных сечений вёлся по значениям усилий от нелинейных историй.

Были рассмотрены 4 варианта расчётных схем, отличающихся условиями моделирования начальных несовершенств, коэффициентами расчётной длины и учётом геометрической нелинейности:

1) Линейный расчёт без учёта несовершенств с коэффициентом расчётной длины 2,0;

2) Линейный расчёт с учётом глобальных несовершенств с коэффициентом расчётной длины 1,0;

3) Линейный расчёт с учётом глобальных и локальных несовершенств с коэффициентом расчётной длины 0,0;

4) Геометрически нелинейный расчёт с учётом глобальных и локальных несовершенств с коэффициентом расчётной длины 0,0.

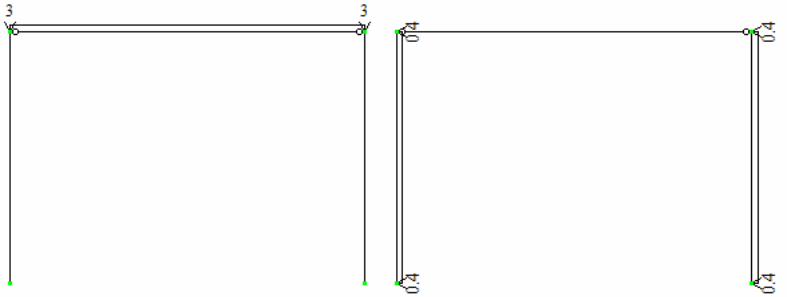


Рис. 1. Схемы загружения рамы вертикальной (слева) и горизонтальной (справа) нагрузкой

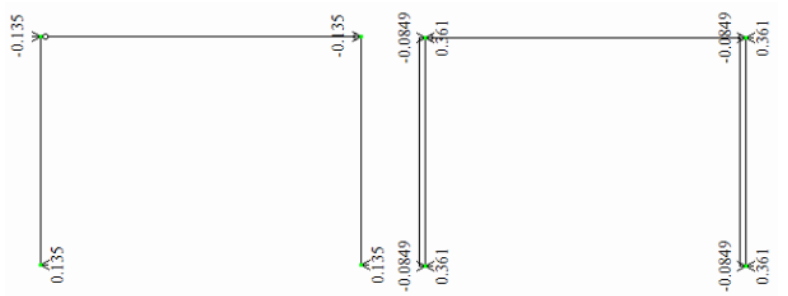


Рис. 2. Схемы загружения рамы эквивалентными нагрузками при генерации глобальных (слева) и локальных (справа) несовершенств

Расхождение между классическим расчётом консоли по СП 16.13330.2017 и модифицированным методом с учтённым влиянием глобальных несовершенств и сниженной в два раза расчётной длиной составляет 1,43%. Учёт несовершенств может рекомендуется на финальной стадии расчёта для контроля ошибок назначения расчётных длин. Для корректного задания начальных несовершенств в ЛИРА-САПР требуется объединять вертикальные стержни колонн, имеющие промежуточные узлы, в конструктивные элементы для более корректного учёта несовершенств.

При настроенных по умолчанию относительных отклонениях и кривизнах при выполнении расчёта в геометрически нелинейной постановке без проверки устойчивости стержней прочность нормальных сечений используется на 68,8%. При анализе данного результата следует учесть пункт 4.3.2 [2], согласно которому, отношение критической нагрузки к расчетной для стержневых конструкций, рассчитываемых как идеализированные пространственные системы с использованием сертифицированных вычислительных комплексов,

должно быть не меньше коэффициента надежности по устойчивости системы в целом, равного 1,3. Таким образом, приведённый процент использования для схемы четыре равняется 89,44% (68,8*1,3 = 89,44%). Расхождение с результатом схемы 1 составляет 0,95%.

Таблица 1

Сводные результаты расчётов

№ схемы	Расчётная длина, м	Геометрическая нелинейность	Начальные глобальные несовершенства	Начальные локальные несовершенства	Тип критического фактора	Значение критического фактора, %
1	17	Нет	Нет	Нет	устойчивость	90,3
2	8,5	Нет	Есть	Нет	устойчивость	91,6
3	0	Нет	Есть	Есть	прочность	55
4	0	Да	Есть	Есть	прочность	68,8

Учёт локальных несовершенств в дополнение к глобальным в линейной постановке приводит к существенному занижению процентов использования несущей способности.

Использование геометрически нелинейных расчётов для проверки результатов имеет большие перспективы практического применения, так как позволяет проконтролировать коэффициент запаса устойчивости всей расчётной схемы. На текущей стадии развития САПР СК для сложных схем с большим количеством комбинаций загружений практическая реализация всех вариантов несовершенств может быть затруднена. Однако, массовая генерация нелинейных загружений в иностранном программном обеспечении, например в SAP 2000, уже реализована. Поэтапное упрощение методик выполнения нелинейных расчётов в программных комплексах, ориентированных на отечественный рынок, следует ожидать уже в ближайших новых версиях.

Библиографический список:

Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций, Часть 1-1: Общие правила и правила для зданий, Комиссия европейских сообществ, Брюссель, Бельгия.

СП 16.13330.2017. Свод Правил. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81. – Введ. 2017-08-28. М. : Минстрой России, 2017.*

УДК 378.046.4

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ В ИСКУССТВЕННОЙ СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Теличко В.Г., Коваленко С.Н.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Обсуждаются теоретические и прикладные стороны создания системы информационного обеспечения процесса обучения в искусственной среде моделирования строительного проектирования, предназначенной для использования в непрерывном профессиональном обучении. Практические выводы основываются на функциональном моделировании с использованием методов структурного анализа и проектирования (SADT).

Ключевые слова: электронное обучение, компьютерная симуляция, экранная ситуация, функциональное мо-делирование, алгоритмы проектной деятельности, информационная поддержка обучения.

Представление о жизненном цикле проектирования было сформулировано в [1]:

Такое представление позволяет создать функциональную модель процесса проектирования с помощью системной технологии анализа и проектирования SADT и системы графической нотации IDEF0 [1].

Отсюда возникла задача детального описания системы алгоритмов жизненного цикла строительного проекта в контексте обучающего моделирования для этого вида деятельности [2]. Выбрана технология электронного обучения, основанная на том, что дополнительное образование обычно получают квалифицированные специалисты в области строительства, которые определяют свои потребности в обучении методам создания более сложных моделей проектов и/или получении практического опыта работы с альтернативными средами систем автоматизированного проектирования в строительстве (САПР СК). Очевидно, что эти запросы можно эффективно удовлетворить только в рамках проектной организации, где решение подобных задач является частью обычной профессиональной деятельности.

Очевидно, что те, кто пользуется такими образовательными услугами, хотят получить конкретный практический опыт в максимально короткие сроки. Именно на это и нацелено имитационное обучение. Из опыта реализации такой технологии следует, что большое значение

имеет уровень детализации процесса разработки проекта в рамках определенной модели. В частности, необходимо учесть специфику работы с САПР, заключающуюся в ее интерактивности.

От САПР изначально поступает запрос на активацию среды проектирования, а в конце - на выход из этой среды. Все действия, выполняемые пользователем между этими двумя операциями, составляют процесс проектирования.

Процесс проектирования осуществляется через изменение на мониторе рабочих окон САПР. В каждом из этих окон содержится множество информационных единиц, таких как текстовые поля меню, графические примитивы, идентификаторы этих примитивов и так далее. Такое разнообразие информации мы далее будем называть «экранной ситуацией». Это понятие позволяет рассмотреть действие пользователя по изменению этой экранной ситуации как единицу активности.

Обратим внимание на то, что изменение экранной ситуации производит и программа САПР, если действие пользователя интерпретируется ею как команда к смене экранной ситуации. Примерами таких команд служат: активация кнопок рабочего окна OK, CANCEL, DONE, APPLY и др., опции выпадающего меню, элемента выпадающего списка, нажатие на клавиатуре клавиш ENTER, ESC. Возможны и другие варианты смены экранной ситуации.

Подобное разнообразие механизмов активации смены экранное ситуации не вызывает затруднений при наличии достаточного опыта работы со средой проектирования. Но его получение может быть значительно ускорено применением технологии симуляционного обучения. Поскольку она основана именно на управлении сменой экранных ситуаций в рамках типовых алгоритмов разработки моделей проектируемого объекта (см. рис. 1).

Ускорению формирования опыта управлением сменой экранных ситуаций в значительной мере способствует наличие развитой системы информационной поддержки действий по смене экранных ситуаций. Следует особо подчеркнуть, что эта поддержка основана на реализации идеи контекстной помощи для принятия решений по выбору модифицируемых информационных элементов, способе их модификации и варианта команды окончания действия (команды на смену экранной ситуации).

В работе [3] обсуждался вопрос однозначности алгоритмов моделирования объекта проектирования. Проблема заключается в том, что разработчики САПР реализуют технологии моделирования с точностью до конкретного действия, которые однозначно меняет инфор-

мационного содержание окна экранной ситуации, но при этом предлагают пользователю различные последовательности подобных действий для получения одного и того промежуточного результата.

Тем не менее, анализ алгоритмов моделирования позволяет выделить последовательности обобщённых функций, которые для всех САПР одного и того же назначения (CAD, CAE. CAM) будут описывать один и тот же результат.

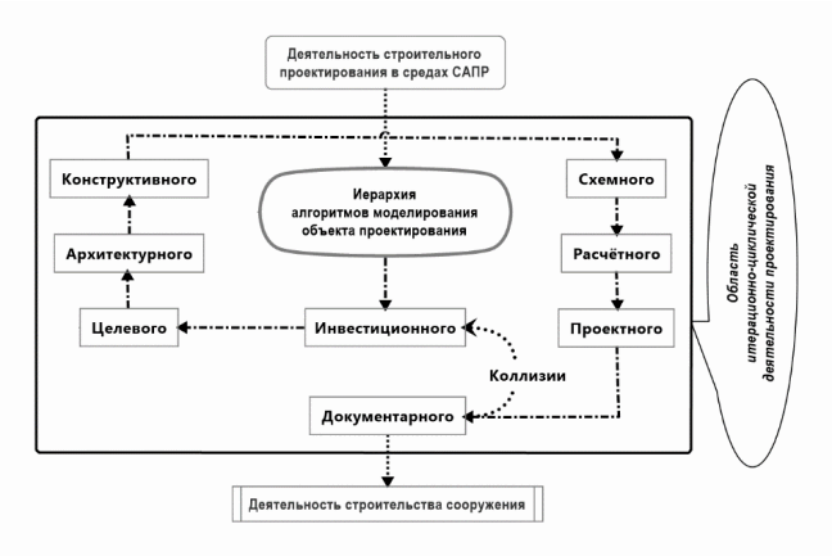


Рис. 1. Жизненный цикл строительного проектирования

Однако легко убедиться в том, что в зависимости от конкретного наименования САПР функции деятельности более низких уровней не совпадают. Это ставит задачу построения функциональной модели разработки конкретного вида модели в среде конкретной же программы САПР, а значит – и конкретной среды симуляции этой деятельности. Соответственно, то же относится и к разработке системы контекстной информационной поддержки: такая система оказывается сугубо индивидуализированной.

В качестве примера функциональной модели проектной деятельности приведём двухуровневый алгоритм разработки проектной модели строительного объекта (рис. 2).

На рис. 2, в данном случае, программа САПР допускает детализацию функций второго уровня в формате последовательности действий, представленной в табличной форме. Форма рис. 2 является кон-

текстной справкой к действию #.#.3 (строка имеет цветовыделение). Содержание примечания относится именно к актуализированному запросу со стороны среды симуляции.

Рис. 2. Детализация функций разработки проектной модели объекта: # - функции первого уровня, #.# - функции второго уровня, #.#.# - функции третьего уровня (действия)

Чтобы упорядочить состав справочной информации, предлагается её структура, соответствующая структуре действия в нотации IDEF0 (рис. 3).

Отметим, что элементы структуры (2.1, 3.1) позволяют оказать информационную поддержку получения опыта проведения анализа экранной ситуации, а элементы (2.2, 3.2) – получения навыка в целенаправленной трансформации информации экранной ситуации.

Следует отменить, что приведённые структуры алгоритма проектирования и отдельного действия в окне экранной ситуации являются универсальными. Понятно, что информационное содержание их элементов, а также количество функций, их уровней и детализирующих действий зависит и от вида проектного моделирования (см. рис. 1), и от вида применяемой САПР. Но формирования системы контекстной информационной поддержки может полностью опираться на предложенную функциональную модель.

Далее обратимся к проблеме, которая очевидным образом формируется при практическом наполнении табличных форм контекстной поддержки. Она заключается в регламентации объёма количества слов, применяемых для формирования наименования функций, действий и содержания примечания. Эти ограничения сформулированы на основе правил знакового сопровождения функциональных моделей в соответствии с методологией функционального моделирования [1].

Конечно, на практике их можно проигнорировать и представить в виде таблицы, размер которой соответствует размеру всего окна с экранной ситуацией. Однако в этом случае мы усложняем доступ обучающегося к контексту, необходимому для анализа требуемых изменений в экранной ситуации. Это существенно снижает продуктивность его работы. Таким образом, возникает конфликт между требованиями методологии и стремлением предоставить пользователю максимально полную информацию обо всех деталях, которые необходимо учитывать при принятии решения о внесении изменений в текущую экранную ситуацию.

Поэтому давайте рассмотрим возможности информационной поддержки процесса деятельности в симуляторе проектирования с точки зрения использования дополнительных источников информации. Для этого рассмотрим режимы прохождения учебного курса по проектированию в контексте технологии имитационного (симуляционного) обучения.

В работе [3] было предложено реализовывать четыре режима работы со средой эмуляции проектирования: демонстрационный, обучающий, практический и контрольный (тестовый). Возникает вопрос: требуется ли система информационной поддержки пользователя в каждом из них, и если да, то в какой форме.

В процессе экспериментов было установлено, что, достаточно эффективными показали себя следующие формы организации информационной поддержки:

- в режиме демонстрации – звуковая контекстная справка;
- в режиме обучения – табличная форма контекстной справки с возможностью подключения звуковой формы;
- в режиме практики – табличная форма контекстной справки при затруднённом доступе к ней (справка доступна в автоматическом режиме после совершения пользователем ограниченного числа неверно выполненных #.#.# действий со списанием количества доступных зачётных баллов; недобор этих баллов может привести к требованию повторного прохождения режима обучения);
- в режиме контроля – информационная поддержка заблокирована, так как смысл контрольного режима заключается в фиксации у обучающего наличия навыка реализации освоенного алгоритма моделирования.

Таким образом, речь идёт о двух видах контекстной информационной поддержки: звуковой и знаковой.

В процессе разработки симуляционных обучающих курсов было установлено, что рациональный подход к формирования указанных форм контекстной помощи заключается в следующем:

1. При подготовке звукового сопровождения:

- на первом этапе в текстовой форме формулируется описание структуры действия актуальной экранной ситуации без ограничений на его объём, но с акцентированным разъяснениям тех элементов действия, которые, по мнению эксперта-проектировщика (а именно им предстоит формировать систему информационной поддержки обучающихся) могут вызывать затруднения в понимании;

Рис. 3. Структура действия в рабочем окне текущей экранной ситуации и распределение информационных элементов этой структуры в табличной форме контекстной справки

- на втором этапе эти тексты трансформируются в звуковые файлы с помощью экранного диктора операционной системы, специализированных программ для чтения текста или приглашённым диктором (последнее нежелательно, так как текст может потерять интонационные акценты, которые характерны при объяснении экранной ситуации экспертом-проектировщиком);

- на третьем этапе анализируется продолжительность звучания и параметры его качества; если продолжительность превышает 5 минут, требуется корректировка текстового содержания в рамках возврата к первому этапу.

Проблемой формирования текстового содержания являются трудности с произнесением специальных символов в составе формул,

идентификаторов параметров модели и других специальных обозначений. Поэтому формирования исходных текстов требует достаточной квалификации, что как раз и присутствует у эксперта-проектировщика.

2. При подготовке табличных форм:

- на первом этапе выполняется анализ исходного текста для звукового сопровождения; суть анализа заключается в выделение элементов структуры, представленной на рис. 3;

- на втором этапе выполняется заполнение строк табличной формы, включая примечание для актуального действия, в соответствии с их расположением, показанным на рис. 3;

- на третьем этапе выполняется анализ соответствия содержания формы на непротиворечивость описания сформированной частью справки последовательности действий в составе реализуемой функции.

Наконец, отметим необходимость предшествующего реализации режиму демонстрации ознакомления обучающихся с техникой редактирования информационного содержания окна экранной ситуации, а также базовыми теоретическими понятиями, используемыми в системе контекстной информационной поддержки и в окнах экранных ситуаций. Объём этих знаний ограничивается рамками конкретного вида модели проектирования.

Библиографический список

1. Р 50.1.028-2001 Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального модулирования. – М.: Росстандарт России, 2001. – 50 с.

2. Злобин, С.Ф. Симуляционное обучение автоматизированному строительному проектированию в дополнительном профессиональном образовании / С.Ф. Злобин, В.Г. Теличко // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2020 [текст]: сб. тр. III междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. – Т.9. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2020. – С. 16-22.

3. Злобин С.Ф. Опыт разработки симуляторов деятельности в среде САПР для обучения строительному проектированию / С.Ф. Злобин, В.Г. Теличко // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2021 \[текст\]: сб. тр. IV междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. – Т.9. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2021. – С. 18-22.

УДК 539.3: 624.012(075)

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОЭТАЖНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ ПОВРЕЖДЕНИЙ И ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМИРУЕМОГО ОСНОВАНИЯ

Теличко В.Г., Андронов А.М., Коваленко С.Н.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

В данной работе рассматривается создание математической модели для определения напряженно-деформированного состояния двадцатипятиэтажного железобетонного здания на многослойном основании с учетом деформирования. Учитываются изменения физико-механических свойств материалов здания и основания в зависимости от вида напряженного состояния. Также учитываются пластические деформации в арматуре и повреждения в виде образования трещин. Для описания особенностей механического поведения конструкции здания используется многослойный треугольный гибридный конечный элемент с пятью степенями свободы в узле. Приведены количественные оценки напряженно-деформируемого состояния системы «здание-основание» под воздействием статических нагрузок. По результатам исследования подтверждено, что учет «усложненных» факторов необходим.

Ключевые слова: монолитный железобетон, гибридные конечные элементы, пространственная несущая система, чувствительность к виду напряженного состояния, повреждаемость.

С каждым годом возрастает потребность в надежных расчетных моделях для материалов, таких как бетон, железобетон и другие композитные материалы, а также для грунтов [1, 2]. Эти материалы подвержены явлению дилатации, а их физико-механические свойства чувствительны к виду напряженного состояния [2, 3].

Соответствующие теоретические модели сложно применить на практике. В связи с этим существует большая потребность в разработке новых численных моделей, описывающих поведение конструкций в реальных условиях применения, особенно в контексте системы «сооружение-основание» [1-3]. Необходимость таких расчетов прямо установлена в нормативных документах.

За последние десятилетия было предложено несколько методов для определения напряженно-деформированного состояния (НДС) изотропных материалов с различными характеристиками на растяжение и сжатие [2, 3]. Однако большинство из этих моделей имеют серь-

езные ограничения, которые делают их непригодными для использования при расчете конструкций в сложных условиях нагружения [2]. В этом исследовании используется надежный и проверенный метод описания состояния изотропных материалов, который учитывает разносопротивляемость и чувствительность к виду напряженного состояния. Этот метод основан на использовании теории нормированных напряжений и позволяет получить более точные прогнозные оценки НДС [3].

Также следует отметить, что для полного учета всех аспектов поведения бетона (железобетона), как изотропного материала с существенно нелинейным поведением, а также учета повреждений в виде образования трещин и пластического деформирования арматуры, необходимо совершенствовать используемую расчетную базу [2, 4]. Существующие вычислительные инструменты не всегда удовлетворяют требованиям по точности расчетов [1, 5, 6]. В рамках данного исследования предлагается адаптация гибридного конечного элемента (КЭ) с учетом физически нелинейного поведения материала и его способности к учету работы с трещинами [5, 7]. Математическая модель КЭ, а также необходимые для расчета дополнительные технические гипотезы, приведены в [7].

Анализ наиболее распространенных моделей поведения грунта показал, что ни одна из них не отражает в полной мере работу реального деформируемого основания [2]. Наиболее близкими к эксперименту и практике оказались модели, основанные на трехмерных уравнениях теории упругости и учитывающие нелинейные механические свойства грунта [8]. Они превосходят модели, основанные на предположении о линейной деформации, и аналогичные им. Модели, основанные на объемных КЭ, позволяют легко анализировать НДС в здании и основании. Проведенные ранее вычислительные эксперименты показали, что для рассматриваемого класса задач наиболее подходящим является изопараметрический четырехузловой конечный элемент в форме тетраэдра с тремя поступательными степенями свободы в узле. Он удобен для моделирования оснований различной формы, включая те, которые содержат включения. В работе [8] представлены формулы для вычисления матрицы жесткости этого объемного элемента.

Для реализации модельного расчета используются экспериментальные данные по грунтам, опубликованные в работах А.Н. Ставрогина и А.Г. Протосени [9, 10]. Испытания стандартных образцов проводились в условиях сжатия по первой оси с боковым поджатием по второй оси. Указанные выше результаты испытаний обрабатывались и аппроксимировались по методике, предложенной А.А.

Трещёвым [2, 3]. Данных потенциал показал свою эффективность для описания механического поведения скальных грунтов для 4-х слоев учитываемых в расчете: диорита, диабаза, кварцевого диорита и мрамора.

Таблица 1.

Вычисленные константы потенциала W_1 [2]

Константы потенциала	Мрамор	Диабаз	Кварц. диорит	Диорит
n	3,5	2,75	2,5	2,1
A_e, МПа$^{-1}$	$1{,}845\cdot10^{-5}$	$4{,}352\cdot10^{-5}$	$6{,}105\cdot10^{-5}$	$1{,}322\cdot10^{-4}$
B_e, МПа$^{-1}$	$3{,}651\cdot10^{-6}$	$4{,}521\cdot10^{-5}$	$2{,}016\cdot10^{-5}$	$5{,}105\cdot10^{-5}$
C_e, МПа$^{-1}$	$-3{,}222\cdot10^{-5}$	$-3{,}654\cdot10^{-6}$	$-4{,}675\cdot10^{-6}$	$-1{,}027\cdot10^{-5}$
D_e, МПа$^{-1}$	$-4{,}744\cdot10^{-6}$	$-2{,}285\cdot10^{-7}$	$-2{,}631\cdot10^{-7}$	$-1{,}365\cdot10^{-7}$
A_p, МПа$^{(1-2n)/n}$	$1{,}102\cdot10^{-4}$	$5{,}205\cdot10^{-4}$	$3{,}725\cdot10^{-4}$	$9{,}224\cdot10^{-4}$
B_p, МПа$^{(1-2n)/n}$	$2{,}561\cdot10^{-5}$	$2{,}965\cdot10^{-4}$	$1{,}551\cdot10^{-4}$	$4{,}112\cdot10^{-4}$
C_p, МПа$^{(1-2n)/n}$	$1{,}356\cdot10^{-4}$	$4{,}071\cdot10^{-4}$	$8{,}226\cdot10^{-4}$	$-1{,}228\cdot10^{-3}$
D_p, МПа$^{(1-2n)/n}$	$2{,}101\cdot10^{-5}$	$1{,}025\cdot10^{-4}$	$1{,}662\cdot10^{-4}$	$4{,}912\cdot10^{-5}$

Для определения констант потенциала [2] использовались одноосные испытания, а другие варианты экспериментальных данных, потребовались для контроля адекватности модели и доказательства корректности проводимых теоретических аппроксимаций. Вычисленные константы представлены в таблице 1.

На основании многолетних исследований [2, 3, 7, 8] и др., был решён целый ряд задач [2]. Однако, в перечисленных исследованиях были рассмотрены только отдельные несущие элементы строительных конструкций, такие как балки, плиты или оболочки. Более комплексные задачи в виде расчёта целых конструкций, включающих набор подобных элементов с учётом зависимости физико-механических свойств материала от компонентного состава тензора напряжений, трещинообразование и другие «усложнённые» свойства, ранее не решались. В связи с этим ниже решается задача расчётного моделирования высотного здания и его основания, представленных единым объектом. Методология расчёта приведена в работах [2, 7].

Решена задача расчета об определении НДС двадцатипятиэтажного здания на начально изотропном деформируемом основании, с учетом наведенной неоднородности, под воздействием нагрузки (статически приведенной) в двух направлениях: полезной на перекрытиях

и имитирующей ветровую нагрузку. Здание имеет унифицированную планировку, внешний вид здания представлен в трехмерном изображении ниже. Арабскими цифрами обозначены точки плит перекрытий, для которых проводился анализ параметров НДС, заглавными латинскими буквами обозначены пилоны с проведенным анализом значений горизонтальных перемещений.

При расчёте принимались следующие условия: 1) модель здания состоит только из горизонтальных (плит) и вертикальных несущих элементов (пилонов, диафрагм жесткости) монолитного железобетонного каркаса, междуэтажных перекрытий и пилонов; 2) толщина всех плит междуэтажных перекрытий принята равной 220 мм (толщина фундаментной плиты задана величиной 600 мм); 3) толщина всех пилонов (диафрагм жесткости) по высоте здания принимается равной 300 мм; 4) все узлы сопряжения элементов каркаса между собой приняты жёсткими; 5) деформирование элементов несущего каркаса происходит с учётом процессов повреждаемости в форме трещинообразования; 6) деформируемое основание моделируется на основе определяющих соотношений [3]. В качестве основного материала здания используется бетон с пределом прочности на сжатие 28,4 МПа [2].

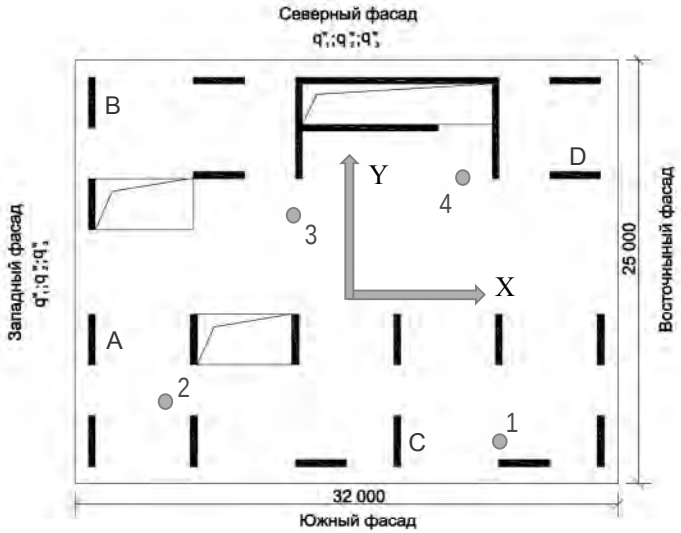


Рис. 1. План типового этажа

Армирование фундаментной плиты принято стержнями А400 диаметром 16 мм в виде сетки, расположенной симметрично в сечении плиты, защитный слой 40 мм; армирование плит перекрытия принято

стержнями А400 диаметром 12 мм в виде сетки, расположенной симметрично в сечении плиты, защитный слой 30 мм; армирование пилонов принято стержнями А400 диаметром 12 мм в виде двух сеток, симметрично расположенных в сечении пилона, защитный слой 30 мм. Арматура представлена упругопластической моделью из стали с модулем упругости $E_b = 2{,}1 \cdot 10^{11}$ Па и коэффициентом Пуассона $\mu = 0{,}3$. Учитываемые нагрузки представлены в [7].

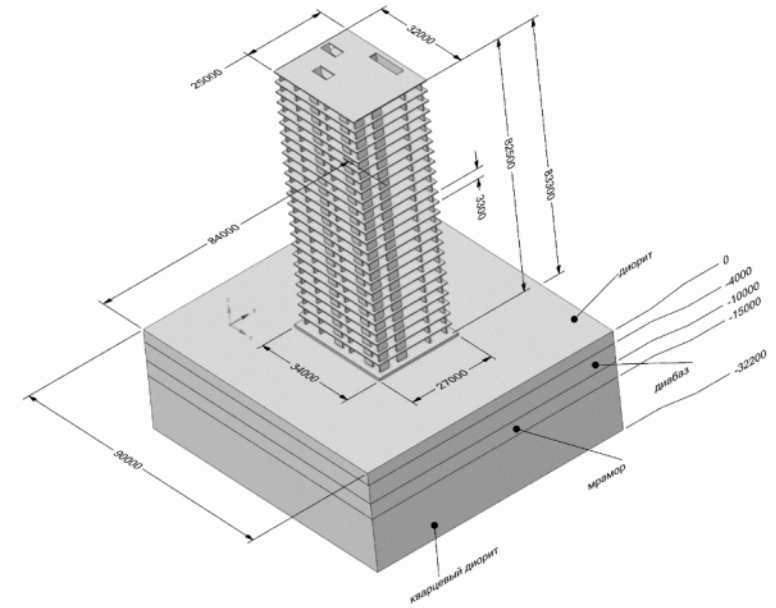


Рис. 2. Общий вид модели здания

Проведенный численный эксперимент с моделью для определения НДС здания показал, что она имеет ряд преимуществ по сравнению с моделями, используемыми в стандартных САПР. Она учитывает зависимость механических свойств материала от напряжений, образование трещин, пластические деформации арматуры и работу основания. Построенный конечный элемент удобен для программирования и был успешно адаптирован для практического использования.

Расчёт выполнен в трёх различных вариантах: 1) с учётом явления разносопротивляемости для всех материалов (железобетон здания и многослойное деформируемое основание) – модель № 1; 2) с учётом нелинейных диаграмм деформирования с привлечением вычислительной среды ПО ANSYS (нелинейные диаграммы деформирования ин-

тегрированы в базу данных числовым массивом) – модель № 2; 3) с усреднёнными механическими характеристиками, когда отсутствуют эффекты, связанные с зависимостью свойств материала от тензора напряжений – модель № 3.

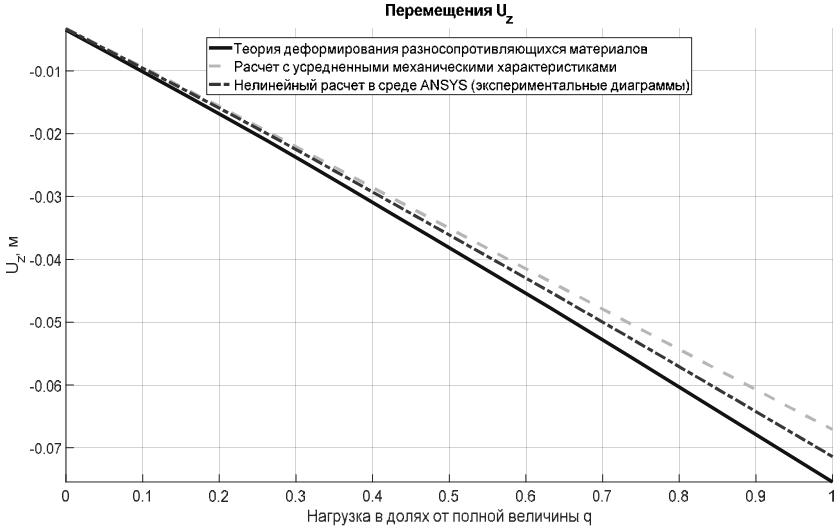


Рис. 3. Вертикальные перемещения в точке 1 от нагрузки, м

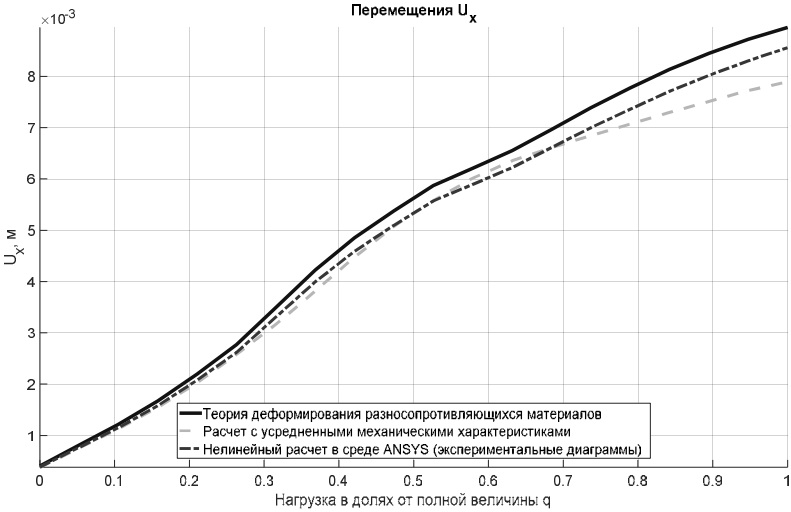


Рис. 4. Горизонтальные перемещения по оси OX в пилоне А 25 этажа, м

На следующих рисунках приведены результаты расчёта перемещений для точек плиты перекрытия и пилонов верхнего 25-ого этажа (см. рисунок 1), которые сравниваются с результатами, полученными в комплексе ANSYS по нелинейным диаграммам деформирования и с расчётом без учёта свойств разносопротивляемости. Разница по вертикальным перемещениям, в зависимости от модели расчета, достигает величины в 21% (рис. 3), по горизонтальным перемещениям 24% (рис. 4).

Анализ полученных данных расчета НДС системы «здание-основание» показывает, что использованная для моделирования теория является эффективной. Эта модель позволяет точно и эффективно определять НДС конструкций с упругими и нелинейными элементами.

Если не учитывать зависимость механических свойств материалов от вида и величины напряжений, а также эффекты, связанные с образованием трещин в железобетонных конструкциях, это может привести к большим ошибкам в расчетах напряжений и деформаций строительных сооружений. Получение точных результатов моделирования с учетом влияния «усложенных» свойств материалов важно для предотвращения аварийных ситуаций в отдельных несущих элементах и конструкции в целом.

Библиографический список

1. Семенов, В.А. Выбор расчетных моделей пространственных комбинированных систем МКЭ / В.А. Семенов, П.Ю. Семенов // Пространственные конструкции зданий и сооружений: Сб. статей. Вып. 9 / Под ред. В.В. Шугаева и др. − М., 2004 − С. 54−64.

2. Трещёв А.А. Теория деформирования пространственных железобетонных конструкций: монография / А.А. Трещёв, В.Г. Теличко. – М.; Тула: Изд-во РААСН: Изд-во ТулГУ, 2019 – 386 с. – ISBN 978-5-7679-4337-1.

3. Трещев А.А. Теория деформирования и прочности материалов с изначальной и наведенной чувствительностью к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения. М.; Тула: РААСН; ТулГУ, 2016. 326 с.

4. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Zhu J.Z. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals 7th Edition. – Butterworth-Heinemann, 2013. – 756 p.

5. Semenov V.A. Hybrid finite elements for analysis of shell structures / V.A. Semenov, P.Yu. Semenov // Proc. International Congress ICSS-98, 22−26 June 1998, Moscow, Russia. − Moscow, 1998 − Vol. 1 − P. 244−251.

6. Игнатьев А.В. Основные формулировки метода конечных элементов в задачах строительной механики. Ч. 1 [Текст] / А.В. Игнатьев // Вестник МГСУ. - 2014. - № 11. - С. 37-57.

7. Теличко, В.Г. К расчету оснований методом конечных элементов / В.Г. Теличко, П.Ю. Ходорович // Известия ТулГУ. Технические науки. – Тула: Изд-во ТулГУ. – 2014. Вып. 11: в 2 ч. Ч. 1. С. 341-347.

8. Трещев, А.А. К задаче о давление на грунтовое основание / А.А. Трещев, В.Г. Теличко, П.Ю. Ходорович // Вестник отделения строительных наук РААСН. – М.: РААСН-МГСУ. – 2014. – Вып. 18. – С. 95 - 99.

9. Ставрогин, А. Н., Протосеня, А. Г. Механика деформирования и разрушения горных пород / А.Н. Ставрогин, А.Г. Протосеня. – М.: Недра, 1992, – 224 с.

10. Ставрогин А.Н. Пластичность горных пород / А.Н. Ставрогин, А.Г. Протосеня. – М.: Недра, 1979. – 301 с.

УДК 539.42, 539.375.5, 69.058.8

К РАСЧЕТУ МНОГОСЛОЙНОГО ДЕФОРМИРУЕМОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА ИЗ ОРТОТРОПНЫХ СЛОЕВ С УЧЕТОМ НАВЕДЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ

Трещев А.А., Теличко В.Г.,Бесстрашнов Д.О.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

В статье рассмотрена задача о нахождении параметров напряженно-деформированного состояния полупространства, состоящего из нескольких слоев различных ортотропных материалов, чувствительных к виду напряженного состояния, под действием равномерно распределенного давления на прямоугольной области жесткого штампа. Для численного моделирования используется модификация изопараметрического четырехузлового конечного элемента в виде тетраэдра с тремя поступательными степенями свободы в узле. Для описания зависимости механических свойств от вида напряженного состояния используются новые определяющие соотношения, описывающие механическое поведение ортотропных материалов, построенные в рамках теории нормированных пространств напряжений. Рассчитанные параметры напряженно-деформированного состояния сравнивались с результатами, полученными на основе теорий, предложенных другими известными авторами, а также на основе классической теории, без учета эффектов связанных с разносопротивляемостью.

Ключевые слова: ортотропия, слоистое основание, деформационная псевдонеоднородность, наведенная неоднородность, жесткий штамп, метод конечных элементов.

Прогнозирование механического поведения современных строительных объектов, таких как, например, атомных и тепловых электростанций, а также различных установок на шельфе, сталкивается с разнообразными проблемами в контексте корректного учета инженерно-геологических условий. Необходимо более детальное и все-

стороннее понимание физических и механических свойств деформируемых фундаментов и особенностей их функционирования. Увеличение технологических нагрузок и рост этажности построек также требуют использования новейших достижений в области механики грунтов и методов вычислительной механики для гарантии эффективности работы и стабильности конструкций. Ключевая задача здесь – повышение эффективности строительного процесса, улучшение методов проектирования фундаментов сооружений, расходы на создание которых могут достигать до 20-30% от общего бюджета возведения зданий и инфраструктурных объектов.

Согласно работам [1-3], анизотропные (ортотропные) грунты и породы широко распространены в коре и в верхней мантии Земного шара. Кроме того, они проявляют свойство дилатации и демонстрируют чувствительность своих физико-механических характеристик к виду напряженного состояния (свойство разносопротивляемости) [4-7]. Наведенная анизотропия (ортотропия) присуща многим полускальным и скальным породам в силу преимущественной ориентации минералов и свойств текстуры породы (слойчатость, полосчатость и т. п.), трещиноватости, наличия дефектов структуры и др.

Особенности деформирования и функционирования деформируемых оснований в процессе расчета и проектирования трехмерных конструкций зданий и инфраструктурных объектов можно учесть только с применением инструментов предлагаемых общей трехмерной теорией упругости, используя весь спектр компонентов напряжений и деформаций [8]. По этой причине требуется комплексный подход к реализации решения данной задачи. Базой подобного подхода могут стать специализированные конечные элементы (КЭ), основанные на обычных объемных элементах, но с учетом особенностей аппроксимации геометрии и перемещений в направлении толщины [8, 9].

Как показал анализ распространенных моделей грунтового основания, все они в той или иной степени не отражают реальную работу упругого основания. Наиболее близки к эксперименту и практике оказываются модели, основанные на трехмерной модели теории упругости в сочетании с учетом нелинейных свойств работы грунтов [4, 5, 8], что выгодно отличает их от моделей линейного деформируемого основания и схожих. Кроме того, модели на объемных элементах обладают большей наглядностью как при анализе деформированного состояния, так и при анализе напряжений в основаниях [9, 10].

Численные эксперименты, проведенные авторами актуального исследования [4, 5, 9], показали, что для рассматриваемого класса задач (моделирование многослойного деформируемого основания) наи-

более целесообразно применять изопараметрический, четырехузловой конечный элемент в форме тетраэдра, с тремя поступательными степенями свободы в узле. Соответственно, авторы разработали новую модифицированную версию конечно-элементной модели, построенную на базе объемного изопараметрического элемента в форме тетраэдра с 3-мя поступательными степенями свободы в узле [5], использующего положения общей трехмерной нелинейной теории упругости [10, 11].

Рассмотрим решение модельной задачи. Принята область, образованная семью слоями с различными свойствами, приведенная на рис. 1, 2 и ограниченная в зависимости от величины нагрузки и от размеров площадки её приложения. Нагружение осуществлялось жестким штампом с равномерным распределением по его подошве. В качестве геометрической модели примем прямую призму, с размерами в плане в десять раз большими соответствующих размеров зоны давления (рис. 1). При таком соотношении разница в параметрах НДС с точным решением задачи теории упругости о слоистом полупространстве является незначительной. Исходные данные для расчета принимались следующие: размеры в плане 20000х5000 мм, по высоте 7 слоев по 2000 мм, размер зоны давления 2000х500. Механические ха-рактеристики материалов приняты из работ [4]. Интенсивность равномерно распределенной нагрузки q принималась равной 700 кПа.

В данном ключе была сформулирована математическая модель многослойного условного полупространства с воздействием на него жестким штампом. При этом слои образованы ортотропными структурами, которые чувствительны к виду напряженного состояния. Реализация этой модели ввиду нелинейности уравнений состояния выполнялась методом переменных параметров упругости итерационно. В остальном, что, несомненно, является преимуществом, расчетная процедура практически не отличается от классического МКЭ, базирующегося на объемных элементах в форме тетраэдра [10].

Некоторые результаты расчета представлены на рис. 3-6. В частности, показаны изменения вертикального перемещения U_z и горизонтального перемещения U_y ,напряжений $\sigma_x = \sigma_{11}$ и напряжений $\sigma_z = \sigma_{33}$ по толщине модели полупространства. Проведено сравнение результатов, полученных для нескольких различных теорий: усовершенствованные определяющие соотношения [12], используемых в представленной модели, расчет без учета свойств разносопротивляемости (с усредненными характеристиками), определяющие соотношения [4,9] для ортотропных материалов, теория К.В. Берта – Д.Н. Редди и С.А. Амбарцумяна – А.А. Хачатряна [6, 7, 13, 14].

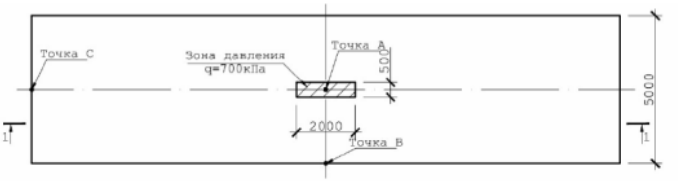


Рис. 1. План полупространства

При расчете слоистого деформируемого полупространства с применением усовершенствованных соотношений [12] разница составила:

– для вертикальных перемещений: до 5% к определяющим соотношениям [4], до 11,5% к соотношениям С.А. Амбарцумяна – А.А. Хачатряна, до 15% к теории К.В. Берта – Д.Н. Редди и до 25% при использовании усредненных характеристик материала;

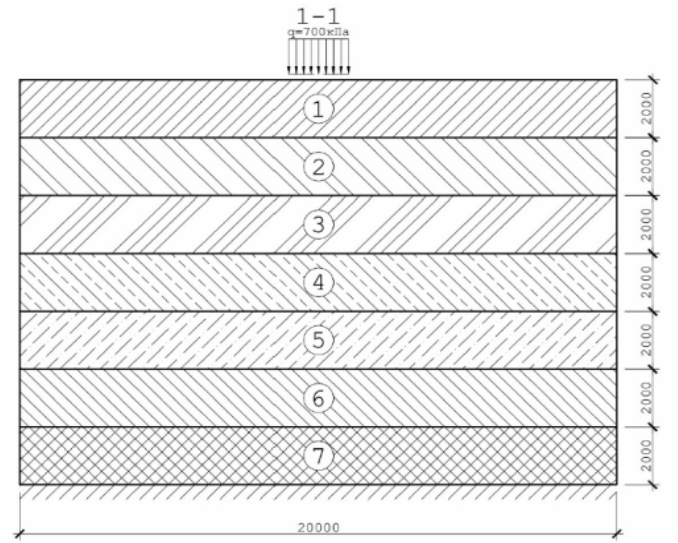


Рис.2. Разрез полупространства

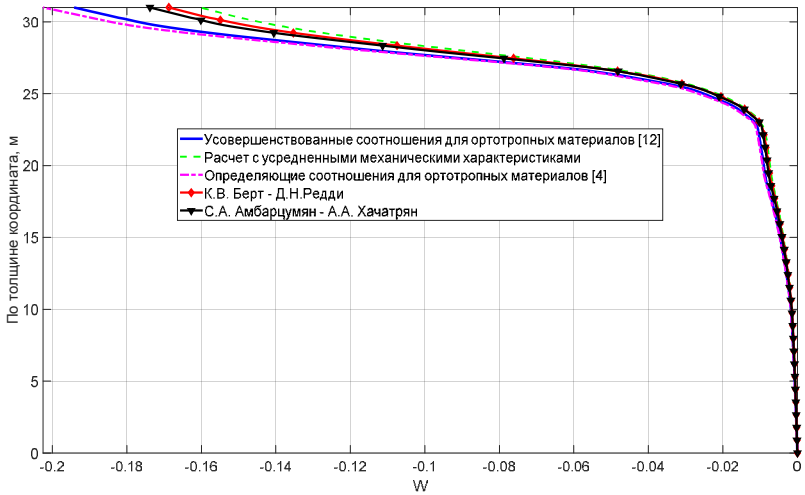


Рис.3. Изменение вертикальных перемещений по толщине в точке А

– для горизонтальных перемещений: до 25% к определяющим соотношениям [4], до 36% к соотношениям С.А. Амбарцумяна – А.А. Хачатряна, до 81% к теории К.В. Берта – Д.Н. Редди и до 118% при использовании усредненных характеристик материала;

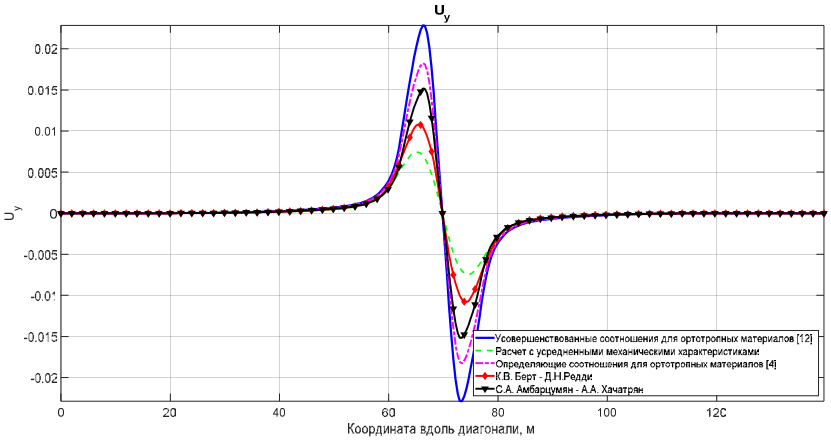


Рис.4. Изменение горизонтальных перемещений по диагонали вдоль оси симметрии на поверхности полупространства через точку А

– для нормальных напряжений σ_x: до 2,5% к определяющим соотношениям [4], до 20% к соотношениям С.А. Амбарцумяна – А.А. Хачатряна, до 25% к теории К.В. Берта – Д.Н. Редди и до 36% при использовании усредненных характеристик материала;

– для нормальных напряжений σ_z: до 5% к определяющим соотношениям [4], до 25% к соотношениям С.А. Амбарцумяна – А.А. Хачатряна, до 35% к теории К.В. Берта – Д.Н. Редди и до 45% при использовании усредненных характеристик материала.

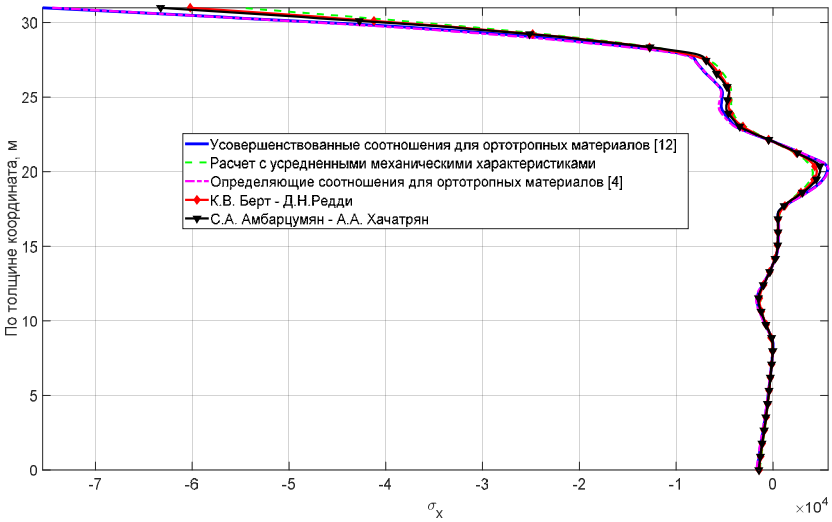


Рис.5. Изменение нормальных напряжений σ_x в точке А

Проведенные авторами исследования напряженно-деформированного состояния модели основания из ортотропных слоев показали, что предлагаемый подход, основанный на положениях трехмерной теории упругости и усовершенствованных определяющих соотношениях [12] вполне адекватен и обладает рядом преимуществ над существующими теориями благодаря повышенной точности и удобству использования метода конечных элементов [8, 10, 11].

Конкретные расчеты с использованием разработанной модели позволяют утверждать, что учет двойной анизотропии слоев основания вскрывают заметные погрешности традиционных подходов по определению параметров его НДС. Так использование модели полупространства из нескольких слоев разносопротивляющихся ортотропных материалов показало, что предлагаемый подход, основанный на

положениях трехмерной теории упругости и определяющих соотношениях [12] вполне адекватен и обладает рядом преимуществ над многими теориями [6, 7, 12] благодаря повышенной точности и удобству использования метода конечных элементов [4]. Также показано, что при проведении расчетов пренебрежение учетом явления разносопротивляемости может привести к значительным погрешностям в определении параметров напряженно-деформированного состояния слоистого полупространства.

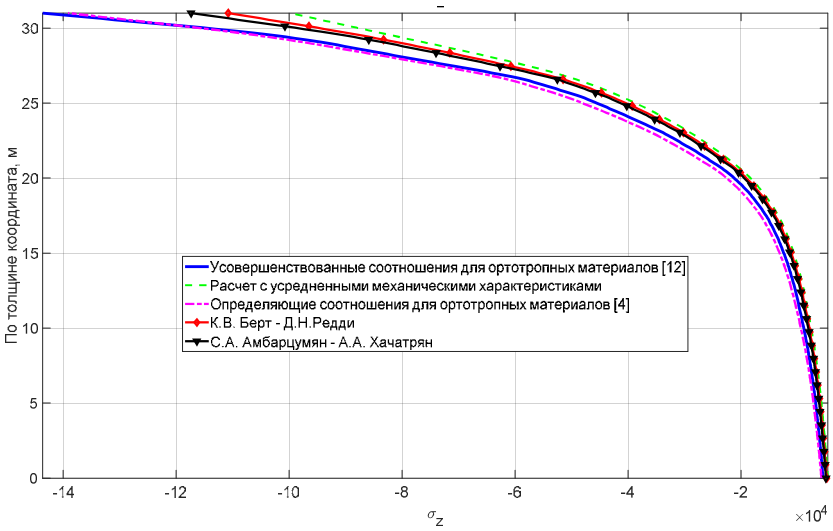


Рис.6. Изменение напряжений σ_z по толщине в точке А

Материалы статьи могут быть полезны для специалистов в области прогнозирования поведения конструкций, а также для выполнения проектировочных и проверочных расчетов в различных областях механики строительства и других отраслях народного хозяйства.

Библиографический список

1. Вялов С.С. Вопросы теории деформируемости связанных грунтов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1966. №3. С. 1-4.

2. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. М.: Высшая школа, 1978. – 447 с.

3. Бугров А.К. Анизотропные грунты и основания сооружений. / А.К. Бугров, Голубев А.И. // СПб.: Недра, 1993. — 245 с.: ил.

4. Трещев, А.А., Теличко, В.Г., Ходорович П.Ю. К задаче о давление на грунтовое основание // Вестник отделения строительных наук РААСН. М.: РААСН-МГСУ. 2014. Вып. 18. С. 95-99.

5. Теличко, В.Г., Ходорович П.Ю. К расчету оснований методом конечных элементов // Известия ТулГУ. Технические науки. Тула: Изд-во ТулГУ. 2014. в 2 ч. Ч. 1. С. 341-347.

6. Трещев, А. А. Теория деформирования и прочности материалов, чувствительных к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения: монография / А. А. Трещев // РААСН, ТулГУ. – М.: Изд-во ТулГУ, 2008. – 264 с.

7. Трещев А.А. Теория деформирования и прочности материалов с изначальной и наведенной чувствительностью к виду напряженного состояния. Определяющие соотношения. М.; Тула: РААСН; ТулГУ, 2016. 326 с.

8. Семенов, В.А. Выбор расчетных моделей пространственных комбинированных систем МКЭ // Пространственные конструкции зданий и сооружений: Сб. статей. под ред. В.В. Шугаева и др. М. Вып. 9 2004. С. 54−64.

9. Трещев А.А., Теличко В.Г., Царев А.Н., Ходорович П.Ю. Конечно-элементная модель расчета пространственных конструкций из материалов с усложненными свойствами // Известия ТулГУ. Технические науки. – Тула: Изд-во ТулГУ. – 2012. Вып. 10. – С. 106-115.

10. Клованич С.Ф. Метод конечных элементов в нелинейных задачах инженерной механики. / С.Ф. Клованич // Библиотека журнала "Світ геотехніки", 9-ый выпуск. – Запорожье: Издательство журнала "Світ геотехніки", 2009. – 400 с.: ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-966-7732-72-2.

11. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Zhu J.Z. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals 7th Edition. – Butterworth-Heinemann, 2013. 756 p.

12. Трещев А.А., Завьялова Ю.А., Лапшина М.А. Вариант модели деформирования ортотропных композитных материалов // Эксперт: Теория и практика. 2020. №3(6). С. 62-68.

13. Амбарцумян С.А. Разномодульная теория упругости / С.А. Амбарцумян // М.: Наука, 1982. − 320 с.

14. Jones R.M. Stress-Strain Relations for Materials with Different Moduli in Tension and Compression / R.M. Jones // AIAA Journal, 1977. – Vol. 15. – № 1. – P. 16-25.

УДК 004.057.8

БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ ЖИЛОЙ МНОГОКВАРТИРНОЙ ЗАСТРОЙКИ

Копылов А.Б., Ермолаева Е.А.
Тульский Государственный Университет, г. Тула, Россия

Рассматриваются благоустройство территории жилой многоквартирной застройки. Что это такое, какие типы дворов выделяют в российских городах, а также построение алгоритма разработки проектов благоустройства.

Ключевые слова: благоустройства, дворы, жилая застройка, многоквартирная застройка.

Все мы без лишних объяснений можем понять, что такое двор многоквартирных домах, что это такое, что он из себя представляет, а также что он должен в себе содержать. Раньше двор имел большое значение, это было масштабной точкой притяжения для всех ближайших домов. Каждый житель, от малого до пожилого мог найти себе здесь угол по интересам и развлечению. Он был чист, ухожен, а главное безопасен. После известных событий в нашей стране, тема дворов стала одной из последних, которой интересовались жители. Затем настало время, когда ради «лакомого» участка для новой застройки в центре города дворовые пространства старых домов начали нещадно урезать и отбирать. Сейчас же, многие архитекторы, проектировщики и строители стали задумываться о роли дворового пространства в жизни человека. Все чаще встает вопрос о его значимости. Но если с новыми кварталами и новыми домами и пространства среди них еще более-менее понятно, то, как же быть со старым жилым фондом? Эти территории тоже надо как-то спасать и приводить в порядок.

Как гласят нормативно-правовые документы о проектировании и благоустройстве дворовых территорий многоквартирного дома это комплекс мероприятий по инженерной подготовке к озеленению, устройству покрытий, освещению, размещению малых архитектурных форм и объектов монументального искусства, направленных на улучшение функционального, санитарного, экологического и эстетического состояния участка. К сожалению, такое короткое определение не в состоянии отразить всей полноты и кропотливости процесса разработки планом и проведению работ. Но на озеленении и коммуникации дело не заканчивается. Как правило — это долгое размышление и подбор необходимых материалов для всех покрытий, анализ самой территории и подбор вариантов деления на функциональные зоны, которые будут грамотно взаимодействовать между собой. Так же не стоит забывать, что любое благоустройство включает в себя поиски форм для закладывания во все малые архитектурные формы, чтобы не терялась картинка, для полного обзора и четкого понимания всего пространства.

Дворы в российских моногородах, в основном, можно разделить на шесть типов:

1. В исторической застройке.
2. В низкоэтажной периметральной застройке.
3. В среднеэтажной периметральной застройке.
4. В среднеэтажной микрорайонной застройке.
5. В высокоэтажной микрорайонной застройке.
6. В современной высокоэтажной застройке.

Как правило, самыми сложными территориями являются исторические кварталы. Там располагаются постройки, которые имеют культурное и историческое значение, соответственно не любое типовое благоустройство может быть осуществимо.

В любой разработке проекта по облагораживанию той или иной местности стоит выстроить четкий план и понимание того, что хотят видеть сами жители и люди, которые часто посещают данное место хотят здесь видеть.

Итак, сам алгоритм можно выстроить следующим образом:

1. Каркас пешеходных путей формируется на основе внешних и внутренних точек притяжения. Первые — это остановки общественного транспорта, объекты инфраструктуры отдыха, крупные торговые центры и общественные здания, расположенные вне границ квартала, вторые — внутриквартальные объекты социальной инфраструктуры (школы, детские сады), объекты торгово-бытового обслуживания (магазины, отделения почты и пр.), а также крупные площадки для спортивных игр. Основной пешеходный путь объединяет внутренние точки притяжения и обеспечивает наиболее удобный доступ к внешним. Второстепенные пешеходные пути обеспечивают связь основного пути с зонами входа в жилые дома. Каркас транспортных путей строится на основе существующей сети проездов. Основные внутриквартальные проезды должны обеспечить наикратчайшие сквозные проезды через дворовую территорию и доступ к объектам социальной инфраструктуры. Второстепенные внутриквартальные проезды соединяют основные проезды с зоной входа в жилой дом.

2. Основной принцип реорганизации зоны парковки дворовой территории — сохранить существующие парковочные места (организованные и неорганизованные) и не добавлять новые. На этом шаге также формируется хозяйственная зона. Распределение площадок этой зоны должно обеспечивать необходимую доступность от всех жилых домов в границах квартала с дворовой территорией. Когда пространства дворовой территории недостаточно для расположения необходимого количества парковок и площадок хозяйственной зоны, их можно располагать в зоне уличного фронта. При разработке дизайн-проекта

и проектной документации комплексного благоустройства улицы рекомендуется придерживаться следующего алгоритма.

3. Если в 10-минутной пешей доступности от входов в жилые дома есть объекты инфраструктуры отдыха (озелененные территории, набережные), в зонах шумного и тихого отдыха дворов рекомендуется в первую очередь реконструировать уже существующую инфраструктуру, не добавляя без необходимости новых функций. Если объектов инфраструктуры и отдыха нет в 10-минутной пешей доступности от входов в дома, в зонах шумного и тихого отдыха дворов рекомендуется размещать дополнительные рекреационные площадки. Зону шумного отдыха целесообразно дополнять комбинированными спортивными площадками, площадками для игр детей 12–15 лет, беговыми дорожками и в целях компенсации отдельных функций объектов инфраструктуры отдыха. В стесненных условиях некоторые площадки зон шумного отдыха рекомендуется выносить из дворовых территорий на территории ближайших парков, садов или набережных (при их наличии в 10-минутной пешей доступности). Площадки для игр детей 7–12 лет или площадки для настольного тенниса могут быть размещены в ближайшем парке или сквере. Так достигается разнообразие рекреационных площадок и максимальная обеспеченность ими всех жителей.

4. На этом этапе следует выделять площадки внутри функциональных зон, насыщать их элементами благоустройства. Состав площадок зависит от типа объекта и функционального назначения зоны.

Итак, как мы смогли проследить, типов дворовых территорий большое множество. В каждой территории необходимо выделять свои особенности и преимущества, но также стоит помнить о своих недостатках и ограничениях и стараться использовать их. Разработка таких проектов является одним из самых сложных задач, потому что необходимо учитывать видение места не только самих проектировщиках, а также думать и учитывать мнение жителей, ведь именно они будут использовать и жить на этой территории.

Библиографический список

1. Нефедов В. А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды. СПб.: Полиграфист, 2002. 295 с.

2. Санофф г. Соучаствующее проектирование. Практики общественного участия в формировании среды больших и малых городов. Вологда: Проектная группа 8, 2015. 170 с.

3. Градостроительный имидж советской Сибири; несколько страниц в ретроспективе насильственных форм освоения территории [Текст] / Слабуха А.В. // Урбанистика. 2016. N° 3. С.17-28.

4. Эллард к. Среда обитания: как архитектура влияет на наше поведение и самочувствие. М.: Альпина Паблишер, 2017: 288 с.

5. Adams D., Tiesdell S. Shaping Places: Urban Planning, Design and Development / UK: Routledge, 2013, No. 4. p. 809-810.

6. Lynch K. The Image of the City Moscow: Strouzdat, 1982. 328 p.

7. Montgomery G. Happy City: Transforming Our Lives Through Urban Design. UK: Penguin Books, 2013, 359 p.

8. Глазычев В. Л. Урбанистика. М. Espona, 2008, 418 с.

9. Дизайн городской среды Тольятти постановка проблемы [Текст] / Н.И. Барсукова.

10. Блинов В.А. Архитектурно-градостроительная экология: учебник / В.А. Блинов, - Екатеринбург, 2017. – 204с.

11. СП 35-102-2001 Жилая среда с планировочными элементами, доступными инвалидам.

УДК 378.046.4

РЕШЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ИЗГИБА ТОНКОЙ ПЛАСТИНЫ ИЗ НЕЛИНЕЙНОГО МАТЕРИАЛА В ПРОГРАММЕ ANSYS

Теличко В.Г., Чигинская И.А.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассматривается напряжённо-деформированное состояние тонкой пластины из изотропного материала, находящейся в условиях термомеханического нагружения. Приводится методика решения задачи термоупругости в программном комплексе ANSYS. В качестве изотропного разносопротивляющегося материала для модельной задачи в данной статье рассматривается конструкционный графит АРВ. В работе проведена верификация имеющейся в программном комплексе ANSYS опции, позволяющей осуществить ввод различных диаграмм деформирования. Приведены графики распределения прогибов, нормальных и касательных напряжений на поверхностях пластины, а также напряжений по толщине.

Ключевые слова: связанная задача термоупругости, нестационарное температурное воздействие, метод конечных элементов, тонкая пластина, конструкционный графит, упругопластическое деформирование, изотропный материал.

В современной строительной отрасли активно используются материалы с уникальными свойствома: их физико-механические характеристики зависят от вида и характеристик напряженного состояния.

Такие материалы получили название материалов с «усложненными свойствами» (иначе «разносопротивляющиеся» или чувствительные к виду напряженного состояния, к значениям компонентов тензора напряжений) [1, 2]. С начала шестидесятых годов прошлого столетия было предложено множество вариантов моделей и определяющих соотношений, однако большинство из них базировалось на упрощенных допущениях и имели ограниченное практическое применение.

В качестве наиболее непротиворечивой и универсальной теории деформирования разносопротивляющихся материалов можно рассматривать теорию [1], которая в свою очередь послужила основой для большого количества работ. В частности, в исследовании [3] была показана важность учёта связанности полей механических напряжений и температуры при расчёте элементов конструкций, выполненных из материалов чуствительных к виду напряженного состояния: в работе [4] – для пластин, в [5] – для оболочек.

Однако, в исследовании [4] был рассмотрен частный случай определения температурного поля как граничных условий первого рода, то есть как распределение температуры на поверхности конструкции в любой момент времени. Расширение существующего решения [5] путем включения граничных условий третьего рода, таких как температура окружающей среды и закона теплообмена между поверхностью элемента и окружающей средой, может значительно расширить область применимости предложенных решений для более широкого круга задач конвективного теплообмена.

Вместе с тем, в последние десятилетия активно изучаются вопросы связанной термоупругости с использованием численного моделирования в специализированных конечно-элементных программах, функционал которых постоянно развивается. Например, программный комплекс ANSYS в настоящее время позволяет учитывать нелинейное поведение материалов путем задания экспериментальных кривых деформирования, включая те, которые отличаются при растяжении и сжатии [6]. Однако, использование новых программных инструментов требует проверки полученных результатов с помощью параллельных вычислений с использованием независимо созданных программных средств и сравнения полученных результатов.

В данной работе с использованием программы, разработанной в [5], на основе теории [1, 3], с применением объемных конечных элементов (КЭ) в форме тетраэдра для учета влияния температуры и граничных условий третьего рода, была проведена верификация возможностей ANSYS [6]. Эта опция позволяет учесть эффект нелинейного поведения материала при растяжении и сжатии при ре-

шении связанной нестационарной задачи термомеханического изгиба тонкой прямоугольной пластины из изотропного разносопротивляющегося материала. Решение задач такого рода представляет интерес для механики деформированного твердого тела и механики строительных конструкций, так как оно способствует развитию теории материалов чувствительных к виду напряженного состояния и позволяет использовать рассмотренные возможности ANSYS для расчета тонких пластин из разносопротивленных материалов в условиях термомеханического нагружения.

Рассмотрена задача об определении напряжённо-деформированного состояния (НДС) тонкой пластины, имеющей размеры в плане 0,5х0,3 м и толщину 0,035 м (рис. 1), жёстко опертая по контуру. Моделируется размещение пластины на разделе между двумя средами. Начальная температура пластины принимается равной 298 К, температура верхней и нижней сред, соответственно, 373 К и 323 К. Нагрев пластины реализован посредством задания условий конвективного теплообмена между поверхностями пластины и окружающей средой. Помимо перепада температур, на верхнюю поверхность пластины также действует равномерно распределённая механическая нагрузка интенсивностью от 0 до 1,25 МПа. В качестве материала пластины принят конструкционный графит АРВ [7].

Для верификации рассматриваемой функции ANSYS в работе проводится сравнение результатов расчёта с результатами расчёта аналогичной задачи в программе, разработанной в [4, 5] на основе теории, основанной на теории нормированных пространств напряжений [1, 3], с использованием объёмных изопараметрических КЭ в форме тетраэдра с учётом температурного воздействия. Проводится количественная оценка факторов, приводящих к качественным и количественным различиям в полученных результатах. С этой целью в работах [4, 5] авторы рассматривали форму термодинамического потенциала Гиббса, состоящую из квазилинейной, нелинейной и термомеханической частей. В полном объеме методика расчета изложена в работах [3, 5].

Применение вариационного принципа к уравнению движения и уравнению сохранения теплового потока в сочетании с определяющими уравнениями термоупругости дает нам матричное уравнение МКЭ, компоненты которого вычисляются по аналогии с элементами в форме тетраэдра [5]. Методология учета связанности в программе ANSYS приведена в руководстве [6].

В данной статье, для решения связанной нестационарной задачи термомеханического изгиба прямоугольной пластины в программном комплексе ANSYS, был использован конечный элемент SOLID226 [6].

Геометрия, расположение узлов и система координат данного элемента показаны на рис. 2.

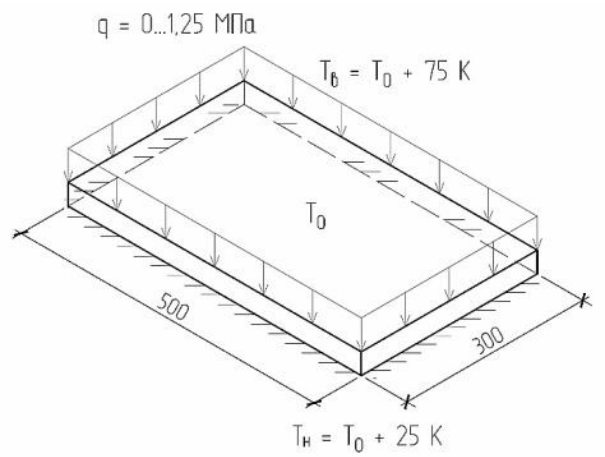


Рис. 1. Расчетная схема - прямоугольная пластина

Для реализации эффекта различного деформирования материала при растяжении и сжатии в программном комплексе ANSYS в работе используется опция TB,EXPE (таблицы экспериментальных данных) [6]. Данная фукнция позволяет осуществить ввод диаграмм деформирования материала (ε–σ) численно, в табличном виде, задав значения деформаций и соответствующих напряжений. Например, по экспериментальным данным для одноосного растяжения и одноосного сжатия материала.

Всего, в работе проведено сравнение следующих моделей:

– модель №1: расчет выполнен в программном комплексе ANSYS, с учетом различной нелинейной работы материала при растяжении и сжатии с учётом температуры и механического нагружения;

– модель №2: расчет выполнен в системе ANSYS, с учетом различной нелинейной работы материала при растяжении-сжатии с учётом только механического нагружения;

– модель №3: расчет выполнен в системе ANSYS, с учётом одинаковой нелинейной работы материала при растяжении-сжатии с учётом температуры и механического нагружения;

– модель №4: расчет выполнен в отдельной программе, разработанной в [12], с использованием теории нелинейных изотропных материалов А.А. Трещёва и Н.М. Матченко [2] с учётом температуры и механического нагружения;

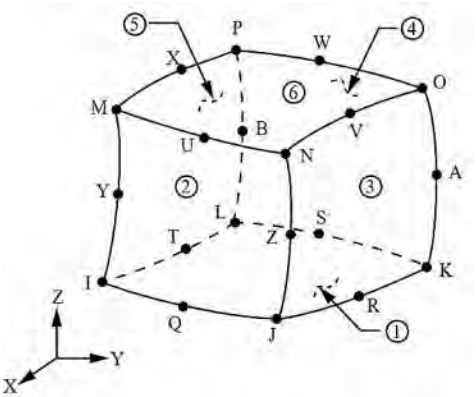


Рис. 2. Конечный элемент SOLID226 в форме параллелепипеда с 20 узлами [6]

– модель №5: расчет выполнен в системе ANSYS, с учётом различной нелинейной работы материала при растяжении-сжатии с учётом температуры и механического нагружения (конечный элемент в форме тетраэдра);

– модель №6: расчет выполнен в системе ANSYS, с учётом различной нелинейной работы материала при растяжении-сжатии с учетом температуры и механического нагружения (диаграмма деформирования принята в соответствии с аппроксимациями А.А. Трещёва и Н.М. Матченко [1]).

Некоторые характерные результаты расчёта по шести различным моделям показаны на рис. 3-5.

На рисунках 4-6 можно увидеть, что результаты расчета в с использованием предлагаемой опции ANSYS отличаются от результатов расчета в другой программе [5] не более чем на 11% по нормальным напряжениям (рис. 5), 5% по касательным напряжениям (рис. 4) и 5% по перемещениям (рис. 3). Использование объемных элементов в форме тетраэдра, в целом, вносит незначительные поправки в результаты, не превышающие 1,5%. Задание исходных данных на основе определяющих соотношений [1] приводит к поправке, не превышающей 6,5% по нормальным напряжениям на нижней поверхности пластины

Подводя итог, можно сказать следующее: решена связанная задача термомеханического изгиба тонкой прямоугольной пластины из материала с «усложненными свойствами» [1, 3-5]. Данное решение получено с использованием программного комплекса ANSYS и учетом граничных условий в виде температуры окружающей среды и закона

конвективного теплообмена. Полученные результаты указывают на важность учета эффектов чувствительности механических и температурных характеристик материалов к виду напряженного состояния для задач механики, в том числе для строительной отрасли.

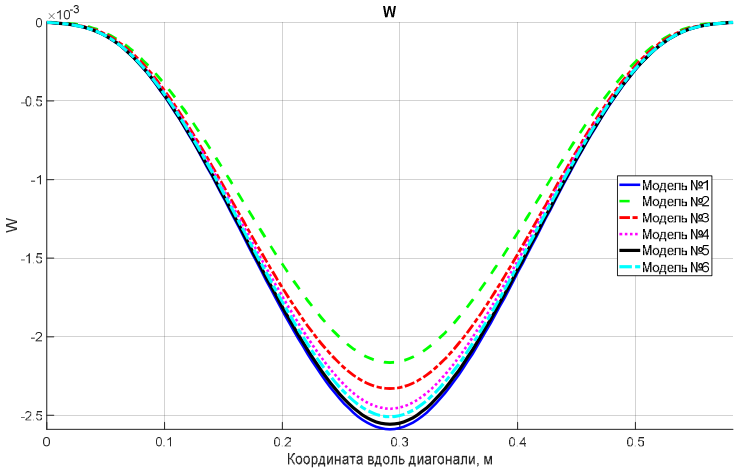


Рис. 3. Распределение прогибов в срединной поверхности пластины по диагонали плана

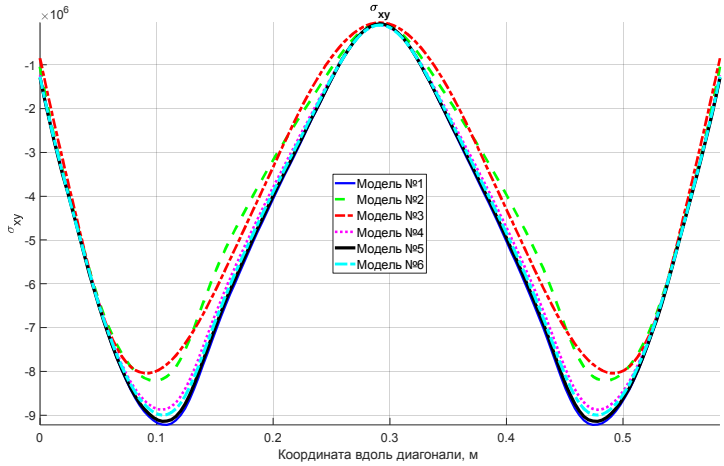


Рис. 4. Распределение напряжений σ_{xy} на нижней поверхности пластины по диагонали

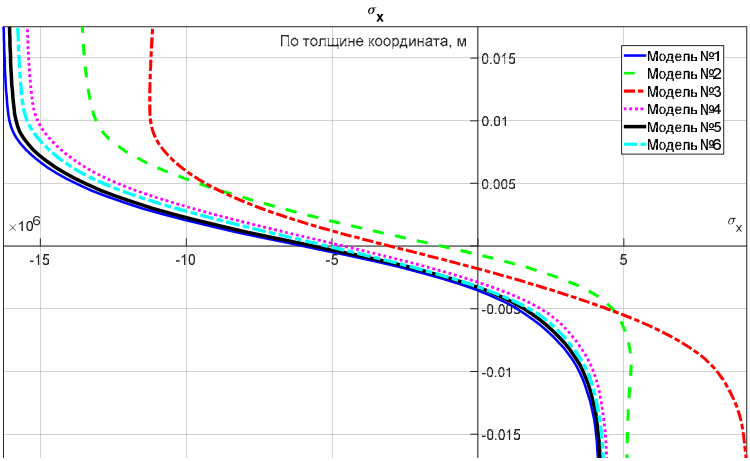


Рис. 5. Распределение касательных напряжений σx по толщине в центре геометрии пластины

Библиографический список

1. Матченко, Н.М. Теория деформирования разносопротивляющихся материалов. Прикладные задачи теории упругости / Н.М. Матченко, А.А. Трещёв // Прикладные задачи теории упругости. − М.;Тула: РААСН; ТулГУ, 2004. − 211 с.

2. Золочевский, А.А. К тензорной связи в теориях упругости и пластичности анизотропных композитных материалов, разносопротивляющихся растяжению и сжатию / А.А. Золочевский // Механика композитных материалов. − 1985. − № 1. − С. 53-58.

3. Трещёв, А.А. Термоупругий потенциал деформации для нелинейных материалов, находящихся в условиях термомеханического нагружения / А.А. Трещёв, В.Г. Теличко, Д.С. Чигинский [и др.] // Вестн. ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. – 2012. – № 4 (14). – С. 66–74.

4. Трещёв, А.А. Напряжённо-деформированное состояние тонких прямоугольных пластин из разносопротивляющихся материалов в условиях термосилового нагружения / А.А. Трещёв, А.А. Петров, В.Г. Теличко // Изв. ТулГУ. Технические науки. – 2008. – № 1. – С. 110–117.

5. Делягин, М.Ю. Применение МКЭ для решения связанных задач термоупругости нелинейных материалов, чувствительных к виду напряженного состояния / М.Ю. Делягин, В.Г. Теличко, А.А. Трещёв // Изв. ТулГУ. Технические науки. – 2014. – № 11-1. – С. 317–326.

6. Ansys Inc. Documentation for Release 2021 R1.

7. Березин, А.В. Деформируемость и разрушение изотропных графитовых материалов / А.В. Березин, В.И. Строков, В.Н. Баранов // Конструкционные материалы на основе углерода. − М.: Металлургия, 1976. − Вып. П. − С. 102-110.

УДК 711.00

ЛАНДШАФТНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН ГОРОДСКИХ ПРОСТРАНСТВ

Никитина К.В., Копылов А.Б.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Рассматриваются проблемы в области ландшафтно-градостроительной организации функциональных зон городских пространств. Особое внимание уделено разработке и реализации проектов, направленных на оптимизацию использования городских территорий, созданию комфортной и эстетически привлекательной среды для жителей и посетителей.

Ключевые слова: городские пространства, благоустройство, комфортная окружающая среда, функциональные зоны, планирование, ландшафтно-градостроительная организация.

Ландшафтно-градостроительная организация функциональных зон городских пространств – это процесс планирования и организации различных функциональных зон в городской среде с целью оптимизации использования доступных ресурсов, повышения качества жизни горожан и создания эстетически приятной и удобной обстановки.

Функциональные зоны городских пространств играют ключевую роль в создании удобной и гармоничной среды для жизни и работы горожан. Эффективная организация этих зон требует специальных знаний и опыта в области ландшафтного и градостроительного дизайна.

Ландшафтно-градостроительная организация функциональных зон городских пространств является неотъемлемой составляющей развития современных городов. Ее основной задачей является целенаправленное планирование и организация различных зон для максимально эффективного использования городской территории.

Градостроительные решения, разработанные специалистами данной организации, основываются на учете потребностей жителей и учете природных особенностей местности. Они направлены на создание комфортной, безопасной и удобной городской среды, способствующей разностороннему развитию и благополучию жителей.

Одной из ключевых задач ландшафтно-градостроительной организации является создание функциональных зон, которые отвечают потребностям горожан в различных сферах и обеспечивают гармоничное сосуществование всех компонентов городской инфраструктуры. Такие зоны включают в себя жилые районы, развлекательные и торго-

вые комплексы, зоны отдыха и спорта, образовательные и научные центры, а также зоны промышленности и транспорта.

В рамках планирования функциональных зон учитываются различные факторы, такие как транспортная доступность, возможность размещения культурных и образовательных учреждений, экологическая ситуация и пр. Каждая функциональная зона разрабатывается с учетом потребностей и предпочтений населения, что позволяет создать лучшую среду для жизни и развития горожан.

Организация функциональных зон городских пространств требует высокого профессионализма и комплексного подхода. В своей работе ландшафтно-градостроительная организация учитывает прогнозы и тренды в развитии городов, а также применяет инновационные подходы и технологии для создания современного и устойчивого городского пространства.

Для начала, необходимо провести анализ существующего состояния городской среды, выявить проблемные места и потребности жителей. На основе этих данных можно разработать стратегический план развития городских пространств, определить приоритетные направления деятельности и функциональные зоны.

Важным шагом является определение различных функциональных зон – зона отдыха, спортивная зона, коммерческая зона, зона социальной поддержки, зона образования и т.д. Каждая зона должна выполнять конкретную функцию и быть адаптированной к потребностям общества. Зоны должны быть логически связаны между собой, чтобы люди могли легко перемещаться из одной в другую.

Важным аспектом в создании функциональных зон является сохранение и поддержка природных ресурсов и экосистем. Для этого может понадобиться проведение экологических исследований и учет особенностей местности. Также стоит учесть климатические условия и потенциал ландшафта для создания зон отдыха, парков, аллей и прочих элементов природного оформления.

При создании функциональных зон также необходимо учитывать потребности различных групп населения – детей, пожилых людей, инвалидов и т.д. Это подразумевает соответствующую инфраструктуру, безопасность, удобство и доступность для всех категорий граждан.

Важным моментом является создание гармоничного и эстетически приятного облика городской среды. Это включает в себя организацию зеленых насаждений, дизайн архитектурных элементов и сооружений, а также установление реализуемых принципов гармонии и симметрии.

В целом, ландшафтно-градостроительная организация функциональных зон городских пространств требует комплексного подхода, глубокого понимания потребностей общества, учета климатических и природных условий, а также обеспечение доступности и удобства для горожан.

Перейдем к определению основных концепций, которые лежат в основе этой темы. Функциональные зоны городских пространств – это разделение территории в соответствии с предназначением конкретных участков. Целью такой организации является создание удобной инфраструктуры, учитывающей потребности всех групп населения и обеспечивающей их комфортное сосуществование.

Первый этап организации функциональных зон – это анализ городского пространства и его потребностей. Важно учесть местные климатические, демографические и экономические особенности. Такая информация поможет определить необходимые изменения и инвестиции в градостроительство.

Затем следует планирование и разработка проекта. Этот этап включает в себя выбор функциональных зон, определение их размеров и контуров, а также разработку архитектурных и ландшафтных решений. При этом важно учитывать и согласовывать интересы граждан, органов местного самоуправления, различных коммерческих и социальных организаций. Организация данного этапа специализируется на разработке планов градостроительного развития и создании удобных и функциональных пространств для всех категорий горожан. В результате профессиональной деятельности ее экспертов создается грамотная система функциональных зон, которая оптимально сочетает в себе различные потребности и задачи города.

При реализации проекта необходимо обратить особое внимание на создание привлекательных и функциональных общественных пространств. Например, парки, скверы, площади и набережные должны быть оснащены современной инфраструктурой, удобными местами отдыха, зонами для занятий спортом и проведения культурных мероприятий. Благодаря грамотному размещению функциональных зон, жители города могут наслаждаться комфортабельными парками, скверами, уютными зонами отдыха и рекреации. Это позволяет создать гармоничную и привлекательную атмосферу для отдыха и встреч с друзьями и близкими.

Не менее важными элементами функциональных зон являются жилые зоны, коммерческие и деловые районы, индустриальные территории и транспортная инфраструктура. Сочетание этих зон должно создавать устойчивое и гармоничное развитие городской среды.

Кроме того, организация функциональных зон также занимается улучшением инфраструктуры города, с учетом самых современных тенденций и технологий. Она разрабатывает планы развития транспортной системы, обеспечивая горожанам комфортное и безопасное передвижение, а также планы развития торгово-развлекательных центров, спортивных комплексов, медицинских учреждений и других объектов, необходимых для полноценной жизни современного города.

Кроме того, важным аспектом организации функциональных зон является поддержание и регулярное обслуживание созданных объектов и инфраструктуры. Без должного внимания к эффективной управлению и содержанию, реализация проектов, даже с наилучшими намерениями, может потерпеть неудачу.

Ландшафтно-градостроительная организация функциональных зон городских пространств города стремится создать уникальную и балансированную городскую среду, которая сочетает в себе красоту природы и возможности современной городской жизни. Ее задача заключается в создании оптимальной среды для проживания, работы и отдыха жителей, чтобы город стал еще более привлекательным местом для всех, кто в ней живет и работает.

В заключение, организация функциональных зон городских пространств требует всеобъемлющего подхода, учета потребностей всех групп населения и синхронизации интересов занимаемых сторон. Это требует профессиональных знаний и опыта в области градостроительства и ландшафтного дизайна. Тем не менее, при правильном подходе и тщательной реализации, результатом будет создание устойчивой, комфортной и привлекательной городской среды.

Таким образом, ландшафтно-градостроительная организация функциональных зон городских пространств играет важную роль в формировании и развитии современных городов. Ее задачей является создание функциональных, безопасных и удобных зон, которые учитывают потребности населения и помогают создать комфортную и гармоничную городскую среду.

Библиографический список:

1. *Иодо И.А. Градостроительство и территориальная планировка: учебное пособие / И.А. Иодо, Г.А.Потаев. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 285 с.*
2. *Баркова, Т.М. Принципы пространственной организации городской среды [Текст] / Т.М. Баркова. - М.: Изд-во МГСУ, 2002.*
3. *Волков, А.Г. Теоретические основы градостроительства [Текст] / А.Г. Волков. - М.: Градостройиздат, 1999.*
4. *Голанская, Н.М. Городское планирование [Текст] / Н.М. Голанская. - М.: Изд-во МГСУ, 2006.*
5. *Евстифеев, В.В. Планирование развития городских территорий [Текст] / В.В. Евстифеев. - М.: Изд-во ГУМ, 2013.*

6. Захарчук, Е.А. Организация городской среды [Текст] / Е.А. Захарчук. - М.: Изд-во МГСУ, 2010.
7. Иванова, И.П. Урбанистика [Текст] / И.П. Иванова. - М.: Изд-во МГСУ, 2014.
8. Карташов, В.А. Градостроительная организация территории [Текст] / В.А. Карташов. - М.: Изд-во МГСУ, 2008.
9. Лагутин, М.Ю. Методы градостроительного проектирования [Текст] / М.Ю. Лагутин. - М.: Изд-во МГСУ, 2004.
10. Малинин, В.А. Градостроительное регулирование [Текст] / В.А. Малинин. - М.: Изд-во МГСУ, 2007.
11. Никитина, Т.П. Практическое руководство по градостроительному проектированию [Текст] / Т.П. Никитина. - М.: Изд-во МГСУ, 2011.
12. Олифиров, В.К. Урбанистика [Текст] / В.К. Олифиров. - М.: Изд-во МГСУ, 2009.
13. Петров, А.П. Общее градостроительное проектирование [Текст] / А.П. Петров. - М.: Изд-во МГСУ, 2015.
14. Сафаров, Р.А. Градостроительство и территориальное планирование [Текст] / Р.А. Сафаров. - М.: Изд-во МГСУ, 2012.
15. Чичерин, А.И. Градостроительное проектирование городов [Текст] / А.И. Чичерин. - М.: Изд-во МГСУ, 2003.
16. Шуба, Н.А. Учебник по градостроительному проектированию [Текст] / Н.А. Шуба. - М.: Изд-во МГСУ, 2016.

УДК 69.032.2

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЖИЛЫХ ГРУПП ВЫСОТНОГО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА

Шульженко Н.А., Пушилина Ю.Н.
Тульский государственный университет, Тула, Россия

В статье выявляются особенности формирования жилых групп высотного многофункционального жилого комплекса (на примере Хлебной площади города Тулы).

Ключевые слова: высотный многофункциональный жилой комплекс, жильё, квартира, кластер, архитектурно-планировочные особенности, проживание, проектирование.

В структуре высотного многофункционального жилого комплекса (ВМЖК) достигается высокая концентрация жилых и общественных помещений на относительно небольшой площади и значительной высоте, что обусловливает возникновение пространственной (физической) и психологической оторванности от

среды проживания - «уровня земли» [1,3,7-10].

Сокращение социальной активности жителей этих уровней и возможное возникновение психологических неудобств, связанных с «фактором высотности» (аэрофобия), определяют потребность в формировании помещений обслуживания и рекреаций. Наличие этих помещений существенно улучшит проживание в комплексе и будет осуществлять роль пространств для реализации внеквартирных субъектно-средовых отношений.

Введение в структуру дома пространств коллективного пользования рекреационно-хозяйственного назначения возможно уже с уровня 5-8 этажей и рационально с уровня 16-17 этажей (так как выше этой высоты значительно сокращаются возможность присмотра за детьми, находящимися на придомовой территории, посещение магазинов, прогулки и т.д.). [2].

Помещения обслуживания могут как включаться в структуру жилища и располагаться на жилом уровне, под или над определенными жилыми группами, так и находиться в структуре комплекса, располагаясь на нижних или верхних уровнях ВМЖК - пространственное зонирование определяется удобством эксплуатации этих помещений. Удобно расположение таких функциональных групп рядом с пересадочными лифтовыми узлами, техническими этажами.

Анализ жилых групп ВМЖК выявил довольно большой социально - экономический и архитектурно-планировочный спектр квартир: гостиничного типа - квартиры- комнаты с минимальными пространственными параметрами и минимальным санитарно-техническим оборудованием, квартиры с расширенными планировочными параметрами, пентхаусы, двухуровневые многоуровневые) квартиры, квартиры с типовой и расширенной номенклатурой помещений и площадью (эконом- и бизнес- класса).

Применение жилых групп с двухсторонними квартирами, а также галерейного и коридорного типов жилых групп возможно в нижней, сблокированной с основным объемом, части, т.к. в этих случаях вытянутые в плане объемы (пластины) подвержены сильному воздействию ветровых нагрузок, что может привести к потере устойчивости здания.

Располагающееся в ВМЖК жилье по типу проживания можно подразделить на *постоянное, включающее различные типы и категории квартир, их техническое оснащение, и временное жилье, включающее квартиры различных типов и качества, в т.ч. гостиничный тип квартир, студии, апартаменты.* В зарубежной практике применяют приблизительно равные доли этих видов жилья,

при этом часто встречаются различные их комбинации в одном комплексе.

Внешнее и внутреннее воздействия природных и других явлений (ветер, шум, кондиционирование на структуру ВМЖК по всей высоте комплекса происходит с различным характером и интенсивностью. Изменяя внутренний микроклимат помещений комплекса: они особенно ощутимо проявляются на верхних уровнях ВМЖК. Это диктует соответствующие изменение архитектурно-пространственного решения квартир и усложнение системы инженерного оборудования. Повышение требований к безопасности эксплуатации групп помещений, а также решение социально-психологической адаптации жителей комплекса. Так, снижение социальной активности жителей верхнего уровней. Как говорилось выше, компенсируется общественными пространствами и помещениями обслуживания, для снижения аэрофобии проектируются лоджии, ступенчатые плоскости фасада (в отличие от вертикальных они уменьшают чувство отвесности) и устройство индивидуальных средств эвакуации, сокращающие психологическое беспокойство при проживании; улучшение проветривания верхних уровней достигается проектированием регулируемых систем естественной и высокотехнологичной принудительной вентиляции.

Нижние уровни, подвергающиеся • негативным воздействиям от автотранспорта (шум, загрязнение воздуха), помимо технических средств защиты могут быть пространственно экранировать общественной частью.

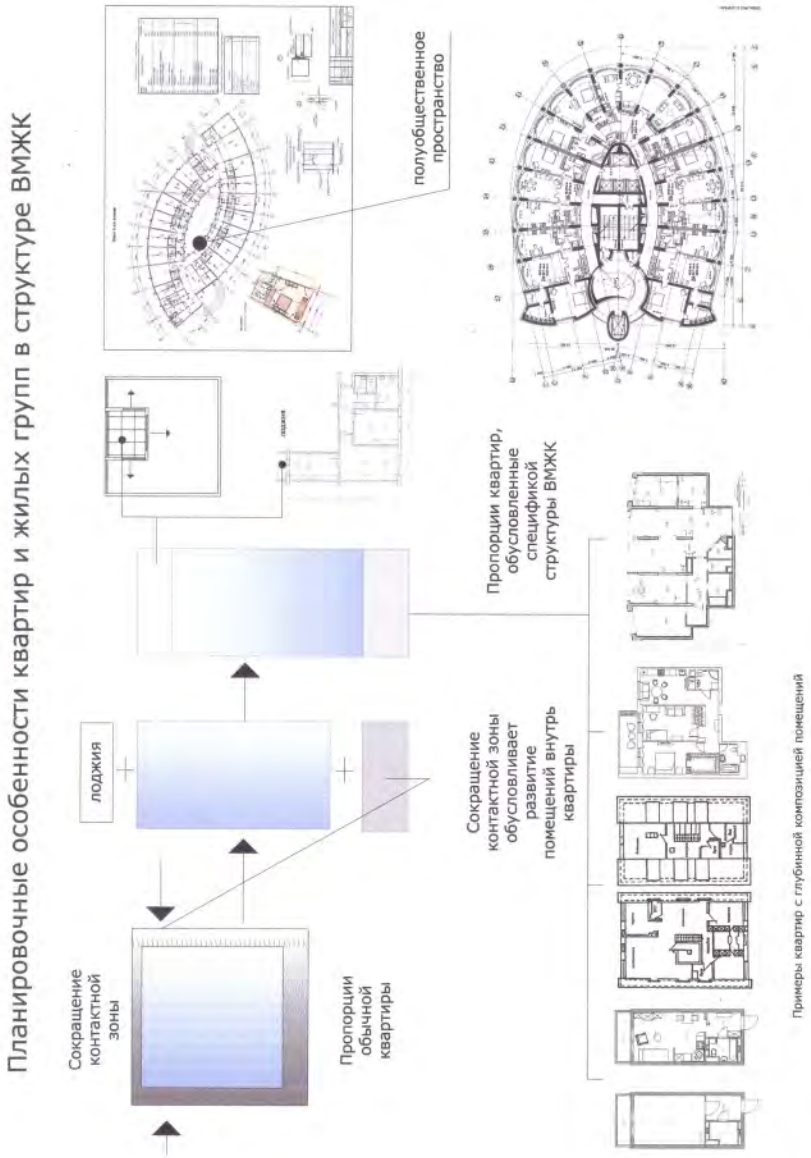
Все типы жилья объединены в работе в следующие жилые группы.

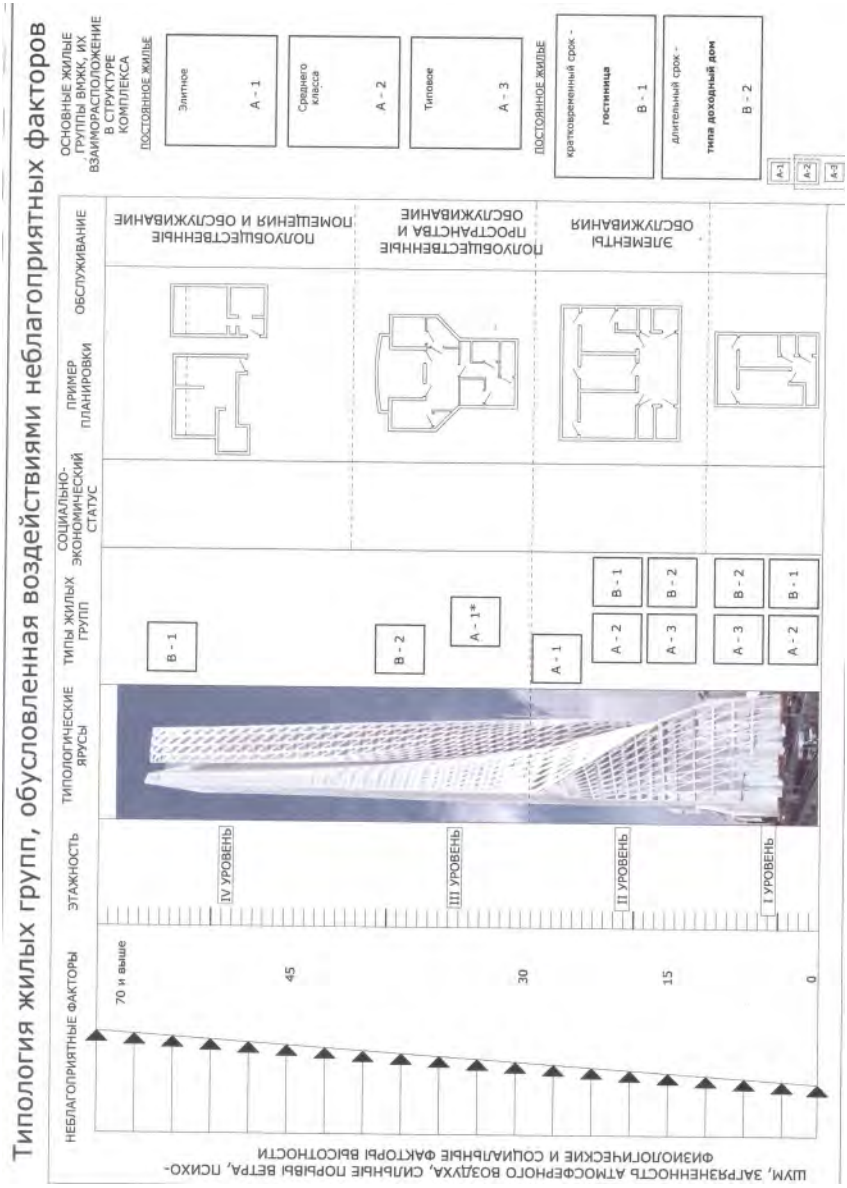
Постоянное жилье - элитное (А-1); жилье среднего класса - бизнес - и эконом-класс, (А-2); типовое жилье (по социальным нормам) (А - 3).

Временное жилье - гостиничного типа (кратковременный срок) типа (В-1); доходный дом» (на длительный срок) (В-2).

В одном комплексе могут располагаться жилые группы, близкие по социально-экономическому статусу; например, элитное жилье с жильем бизнес-класса, жилье эконом-класса с социальным. При этом под социальным понимается не бесплатно предоставляемое городом жилье, а коммерческие квартиры, проектируемые по минимальным стандартам с возможностью реализации их по льготной стоимости.

Расположение жилых групп ВМЖК по его высоте зависит от градостроительных факторов (плотности застройки, экологического


Планировочные особенности квартир и жилых групп в структуре ВМЖК
Сокращение контактной зоны
Пропорции обычной квартиры
лоджия
Сокращение контактной зоны обусловливает развитие помещений внутрь квартиры
Пропорции квартир, обусловленные спецификой структуры ВМЖК
полуобщественное пространство
Примеры квартир с глубинной композицией помещений



состояния района) и социальных признаков жилья (социально-

экономических и социально - демографических).

Учет негативных явлений (снижение визуального, сложность физического контакта с уровнем земли, обуславливающие возможность психологического расстройства, а также ухудшение режимов проветривания и пр.), увеличивающихся с высотой, определяет при проектировании необходимость формирования определенных параметров проживания на различных уровнях ВМЖК и соответствующие влияние на социальное и планировочные особенности квартир. В связи с этим предлагается разработанная уровневая классификация жилых групп по различным признакам, применение которой при проектировании обеспечит высокую степень соответствия условий проживания определенным типам социальных и демографических групп населения.

Так, например, по *функциональному признаку:* на уровнях с 40 по 70 этажи рекомендуется размещать только временное жилье, до 30-40 этажа- постоянное.

По *демографическому признаку* (только для постоянного жилья): уровни с25 по 40 этажи предпочтительны для молодежи, молодых семей без детей (физически полноценных и сформировавшихсялюдей). Следующий уровень с 14 по 25 этаж - для одиноких физически полноценных людей, семей с детьми (преимущественно школьного возраста и старше); нижний уровень - 3- 14 этажи - для любого контингента жителей (в т. ч. пожилых и многодетных семей).

По *социально-экономическому признаку:* верхний уровень — дорогие квартиры, элитные и бизнес-класса, гостиничные; средний уровень - жилье повышенного и среднего качества; нижний уровень - жилье среднего качества и недорогие квартиры, спроектированные по социальным нормативам.

По *архитектурно-планировочным особенностям* квартиры рассматриваются по следующим высотным уровням.

В верхних уровнях: планировочные модели квартир *повышенного стандарта* - с площадями основных помещений, допускающими свободное размещение более двух, основных процессов жизнедеятельности, характеризующиеся высокой степенью специализированное™ помещений вспомогательных зон с расширенным набором санитарно-гигиенического оборудования (коммерческие квартиры, сдающиеся внаем апартаменты, пентхаусы), площадь - примерно от 60 кв. м и выше.

Средние и нижние уровни: квартиры различной площади и планировки: планировочные модели квартир *среднего стандарта* - с площадями основных помещений, допускающими дополнительное

размещение двух базовых процессов домашней жизнедеятельности, характеризующиеся высокой долей площади основных помещений вспомогательной зоны с отдельными специализированными помещениями, оснащенными минимальным или расширенным набором санитарно-гигиенического оборудования (арендные квартиры, квартиры гостиничного типа, мастерские студии, коммерческие квартиры). Площадь - примерно 40-80 кв. м.

Нижние уровни: планировочные модели квартир *минимального стандарта - с площадями основных помещений; допускающими осуществление базовых процессов домашней жизнедеятельности* (сон, отдых, прием пищи), характеризуется низкой долей площади вспомогательной зоны, представленной полифункциональными помещениями, оснащенными неполным или минимальным набором санитарно-гигиенического оборудования (квартиры гостиничного типа, гостиничные номера, мастерские - студии), площадью примерно 18-40 кв. м. Квартиры гостиничного типа и студии могут быть площадью 18-30 м.

При проектировании следует учитывать возможность размещения жилья *специфического вида.* Например, в составе ВМЖК может быть включено жилище, расположенное на уровне земли-отдельная малоэтажная (отдельно стоящие объемы или примыкающие, сблокированные с основным объемом) часть. Это может быть жилье по типу таунхаусов - коммерческое жилье повышенной комфортности (как правило, в экологически чистых и тихих частях города с собственной инфраструктурой).

Специфика проживания в жилой части комплекса, расположенной выше 10 (18) этажа, обуславливает определенный контингент жителей. Теория и практика соглашаются с тем, что проживание в высотном здании является наиболее соответствующим в психологическом и физиологическом отношении для молодежи, одиноких людей среднего возраста. Физически полноценных пожилых людей, бездетных семей и семей с взрослыми детьми.

Таким образом, различные по архитектурно-пространственному решению по высоте комплекса квартиры с разными качественными условиями проживания обусловливают соответственно определенный контингент жителей.

Библиографический список:

1. Пушилина Ю.Н., Соколовский В.В., Шульженко Н.А. Методика многокритериальной оценки формирования кластеров и кварталов в парадигме "Умный город" с учетом развития динамичных рабочих мест // Финансы и кредит. 2020. Т. 26. № 6 (798). С. 1427-1444.

2. Айвазян С.А., Бродский Б.Е. Макроэконометрическое моделирование: подходы,

проблемы, пример эконометрической модели Российской экономики // Прикладная эконометрика.2006. №2. С. 85-111

3. Oliver Basdevant. An Econometric Model of the Russian Federation // Economic Modelling. 2000.№17. P.305-336.

4. Jesper Jensen, Thomas Rutherford, David Tarr. The impact of liberalizing barriers to foreign direct investment in services. The case of Russ. accession to the World trade organization. Policy research working paper. 2004. № 3391.58p.

5. Merlevede B., Schoots K., VanAarle B. Russia from bust to boom and back: oil price, Dutch disease and stabilization fund. Comparative Economic Studies.2009.51(2).P.213-241.

6. Шульженко Н.А. Модели и методы консолидированного инвестирования в системе единого заказчика / Н.А. Шульженко, В.В. Соколовский // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки.- 2018-№2-1.-с.49-58.

7. Шульженко Н. А. Оценка организационно-технологической надежности при организации подготовки территории под застройку / Н. А. Шульженко, Ю. Н. Пушилина, Д. И. Чубаров // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Серия / ТулГУ .— Тула., 2016 .— Вып. 7, ч. 2 / редкол.: О. И. Борискин (отв. ред.) [и др.].— С. 152-157 .

8. Шульженко Н.А. Модели и методы формирования условий регионального развития территорий в парадигме «Умный город» (монография) / Н.А. Шульженко, А.Л. Сабинина, В.В. Соколовский / Изд-во ТулГУ, 2019, 216с.

9. Маилян А.Л. Научные основы и методологические принципы организационно-технологического анализа и выбора оптимальных вариантов производства СМР. Автореферат докторской диссертации, Москва, 2020г. С. 21-23.

УДК 69.002.5

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Чеботарев П.Н.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Показана целесообразность применения в строительной отрасли робототехники и автоматизированных систем, обладающих потенциалом для повышения производительности и эффективности строительства

Ключевые слова: автоматизация строительства; робототехника; производительность.

Объемы строительного производства, как в России, так и за рубежом, неуклонно растут, увеличивается многообразие осуществляемых строительных проектов, возрастает сложность самого строительства. Строительные работы, как правило, отличаются повышенной

сложностью и опасностью. При этом эффективность любого строительного проекта определяется такими показателями как стоимость, качество и сроки осуществления. Для улучшения этих показателей необходимо совершенствование технологических и организационных решений в строительном производстве на основе прогрессивных отечественных и зарубежных технологий, одной из которых является роботизация, позволяющая ускорить процесс строительства, повысить качество и безопасность выполняемых работ, а также сократить долю ручного труда [1].

Традиционные методы строительства достигли своих пределов, а технологии автоматизации и робототехники обладают потенциалом революционизировать и обеспечить новые возможности в строительной отрасли. В других секторах промышленности они оказались весьма эффективными для уменьшения затрат на рабочую силу при одновременном повышении производительности и качества. Также роботизированные системы позволят снизить травматизм и освободить работников от выполнения опасных задач [2].

Анализ основных видов строительных работ показывает, что на современном уровне развития робототехники могут быть автоматизированы многие из них. Заменяя рабочих, занятых ручным трудом и, прежде всего, на опасных, утомительных и неквалифицированных работах, промышленные роботы позволяют значительно сократить сроки строительства, облегчить труд на основных и вспомогательных процессах, устранить влияние человеческого фактора, нередко приводящего к тяжелым последствиям, повысить качество и точность строительных работ. В отдельных регионах климатические условия усложняют строительство, что для роботов не является серьезной проблемой. Таким образом, роботизация позволяет снизить себестоимость возводимых объектов и расширяет зоны возможного строительства [1].

Новый вид машин – строительные роботы, уже появился на рынке строительной техники России. По прогнозам экспертов, уже в ближайшем будущем дистанционно управляемая и автоматическая техника займет место обычных строительных машин. Роботом с помощью пульта может управлять всего один квалифицированный оператор, поэтому применение подобной технологии целесообразно в ситуациях, потенциально опасных для здоровья рабочих. Роботы, например, могут с высокой точностью автоматизировать кладку кирпича, сварку, вязку арматуры, покраску и другие монотонные процессы. Решения в области робототехники также могут автоматизировать машины и оборудование для земляных работ, транспортировки, подъема грузов, бетонных работ и сноса. В настоящее время на рынке ро-

ботов представлено достаточное разнообразие моделей, выполняющих различные операции при строительстве, реконструкции зданий и сооружений [1, 3].

Условно типы автоматики и робототехники для строительства можно разделить на следующие категории [2]:

1. Системы заводского изготовления за пределами строительного объекта.

2. Автоматизированные и роботизированные системы на объекте.

3. Беспилотные летательные аппараты и автономные транспортные средства.

4. Экзоскелеты.

Передовыми странами по внедрению роботизированной техники в строительство являются Япония, США и Германия, что обусловлено ростом объемов строительства и высоким уровнем социальных требований в этих странах. В связи с большой относительной стоимостью роботов изначальное применение они нашли на специфических дорогостоящих работах, таких как подводное строительство, устройство тоннелей и специальных сооружений.

Главной причиной низкой популярности таких технологий в России является то, что стоимость построенного жилья у нас мало зависит от себестоимости рабочей силы, и внедрение роботов не решит проблемы роста цен на жилье. Иначе говоря, более выгодно использовать ручной труд, так как стоимость рабочей силы достаточно низкая. При этом существуют значительные риски для перехода на новые технологии, включая высокие затраты на внедрение, а также высокие коммерческие и технические риски.

Применение промышленных роботов в России сдерживается следующими факторами:

- отсутствие у российских предприятий опыта использования роботов и даже общего представления о технических и экономических основах роботизированных технологий;

- отсутствие квалифицированных кадров, способных выполнить проектирование роботизированных ячеек и линий с внедрением роботов и технологической подготовкой роботизированного производства, а также обеспечить эффективную эксплуатацию роботов [1].

С решения указанных проблем и следует начинать внедрение и освоение робототехники на строительном производстве. Ведь автоматизация и робототехника окажут существенное влияние на сектор в целом, и они будут выполнять активную роль в развитии отрасли. Другие технологические разработки, такие как информационное моде-

лирование зданий (BIM), сенсорные технологии и искусственный интеллект, также будут стимулировать внедрение робототехники в строительстве.

Библиографический список

1. Шагина, Е. С. Роботизация как метод повышения безопасности строительного производства / Е. С. Шагина // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – № 6 (21). – С. 128-147.

2. Хоцеловский, С. Е. Внедрение робототехнических систем в строительстве. Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта. / С. Е. Хоцеловский – 2021. – С. 226-227.

3. Вильман Ю.А.,Степанов М.А. Дистанционно управляемые манипуляторы // Механизация строительства. № 1, 2006 г., С. 3-8.

УДК 621.316.7

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Жучков Д.С, Копылов А.Б., Головин К.А.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассматривается современная система управления процессами проектирования в России.

Ключевые слова: проектирование, конструкция, строительный проект, здание, преимущества, высота

В процессе управления проектной деятельностью необходимо обратить внимание на несколько важных аспектов. Во-первых, каждый проект является уникальным, и его документация также должна быть уникальной, отражая особенности проектируемого объекта. Во-вторых, проект имеет ограниченный срок выполнения, поэтому необходимо строго соблюдать установленные временные рамки. В-третьих, проекты обычно требуют значительных трудозатрат, поэтому важно иметь высококвалифицированных исполнителей, способных справиться с поставленными задачами.

Жизненный цикл процесса разработки проектно-сметной документации (ПСД) включает в себя несколько этапов. Он начинается с предпроектной подготовки, включающей сбор информации и анализ

требований заказчика. Затем следует разработка документации, ее согласование с заинтересованными сторонами и прохождение экспертизы для проверки соответствия требованиям и стандартам.

Теперь давайте рассмотрим понятие современной проектной организации. Она представляет собой коллектив высококвалифицированных специалистов, специализирующихся на разработке проектно-сметной документации. Эти специалисты обладают не только техническими знаниями, но и профессиональными навыками, необходимыми для успешного выполнения проектов. Они умеют анализировать ресурсы необходимые определять заказчика, ресурсы и планировать выполнение работ.

Современная проектная организация также активно использует современные технологии и инструменты для улучшения эффективности своей работы. Например, она может применять специализированное программное обеспечение для разработки и управления проектами, а также для визуализации и моделирования проектируемых объектов. Кроме того, важным аспектом современной проектной организации является управление рисками.

Поскольку проекты часто связаны с неопределенностью и возможными проблемами, необходимо иметь систему управления рисками, которая позволяет идентифицировать потенциальные угрозы и разрабатывать стратегии их снижения. Таким образом, современная проектная организация представляет собой динамичный коллектив высококвалифицированных специалистов, использующих современные методы и инструменты для разработки проектно-сметной документации и управления проектами. Они способны эффективно управлять уникальными проектами, соблюдать ограниченные временные рамки и обеспечивать высокую квалификацию исполнителей.

Существует три вида системы организации проектирования в крупных институтах. К ней относится функциональная, комплексная и смешанная система [2]. Рассмотрим каждую из них более подробно.

1.В функциональной системе организации проектирования части проекта выполняются в соответствующих отделах проектной организации (института). Сотрудники, занимающие должность главного инженера проекта (ГИП), и специалисты-руководители координируют работу отделов проектной организации.

2.Комплексная система организации проектирования предполагает наличие ряда специализированных мастерских. Каждая мастерская работает по функциональной схеме организации. Объектами проектирования в данной системе являются здания и сооружения городской застройки, жилые и общественные здания культуры, спорта

и здравоохранения. Главный архитектор проекта (ГАП) осуществляет координацию работы над проектами данных объектов.

3.Смешанная форма организации и управления проектированием чаще всего применяется в мелких проектных организациях.

Каждая из этих структур имеет свои преимущества и недостатки с точки зрения управления. В особенности возникают проблемы у мелких проектных организаций, которые не обладают достаточными материальными, информационными и кадровыми ресурсами. В таких случаях они вынуждены нанимать исполнителей из более крупных проектных организаций на индивидуальных условиях и работать в форме аутсорсинга. Это может отрицательно сказываться на качестве и сроках выполнения проектных работ.

Как только проектная организация приступает к разработке задания на проектирование, начинается фаза проектирования объектов. Задание прилагается к заявке на выполнение проектных работ и рассматривается руководством проектной организации.

Главный инженер (главный архитектор) проекта отвечает за координацию и согласование всех видов работ, определение последовательности проведения работ, а также за возможность одновременного выполнения различных видов работ. В рамках своих обязанностей ГИП осуществляет контроль за себестоимостью проектных работ и соблюдением заданного бюджета проекта [3].

При заключении договора с заказчиком в обязанности ГИПа входит:

- Определить, кто будет участвовать в согласовании проекта контракта и распределить ответственность между ними.
- Привлечь этих руководителей и специалистов для переговоров с клиентом или рабочих встреч, чтобы обсудить отдельные аспекты контракта, включая определение цены.
- Выбрать из базы проектов подобный вариант, который подойдет для конкретного клиента и проекта.
- Определить, нужно ли и возможно ли привлечение сторонних организаций и провести с ними предварительные переговоры.
- Оценить риски, которые могут возникнуть при выполнении главного проекта и его обязательств по контракту.
- участие в разработке задания на проектирование здания.

Проектные функции представляют собой различные виды работ, которые направлены на достижение общих целей и задач в сфере проектной деятельности в инвестиционном комплексе страны. В проектной организации выполняются регулярные и последовательные виды деятельности, которые включают:

1. Участие в торгах (тендерах) для получения подрядов на выполнение проектных и изыскательских работ, а также критериальный отбор субподрядных организаций. Это позволяет определить наилучших исполнителей и подрядчиков для проекта.

2. Разработка заданий на подготовку проектной документации. В этом этапе определяются требования и цели проекта, которые послужат основой для дальнейшей работы.

3. Организационно-технологическая подготовка проектирования. Здесь происходит планирование и организация процесса проектирования, включая определение необходимых ресурсов, сроков и последовательности работ.

4. Информационное обеспечение проектных работ. Это включает сбор, анализ и распространение информации, необходимой для успешного выполнения проекта.

5. Разработка проектных решений. На этом этапе происходит творческий процесс, в результате которого создаются концептуальные и технические решения, отвечающие требованиям проекта.

6. Контроль качества проектной документации. Это важный аспект проектной деятельности, где осуществляется проверка соответствия документации установленным стандартам и требованиям.

7. Формирование проектной документации. На этом этапе создаются и собираются все необходимые документы, включая чертежи, спецификации и технические описания.

8. Согласование проектной документации. Происходит согласование и утверждение проектной документации с различными заинтересованными сторонами, такими как заказчик, эксперты и регулирующие органы.

9. Экспертиза проектной документации. Проводится независимая оценка проектной документации с целью проверки ее соответствия требованиям и нормативам.

10. Рассмотрение и утверждение проектной документации заказчиком. Заказчик проекта проводит анализ и принимает решение о дальнейшем движении проекта на основе представленной документации.

11. Архивирование. После завершения проекта производится сохранение и архивирование проектной документации для последующего использования и возможной реализации подобных проектов в будущем. Все эти функции играют важную роль в проектной деятельности, обеспечивая ее эффективность и успешное выполнение поставленных задач.

Кроме рассмотренных видов работ проектные организации могут выполнять:

- обоснование строительства в результате проведения социально- экономических, демографических и маркетинговых исследований по определению потребностей рынка в предполагаемой к выпуску продукции;
- выбор и согласование с точки зрения транспортной доступности и логистики площадки для строительства;
- выполнение расчетов по прогнозированию экологических последствий строительства;
- проектирование и заказ нестандартного оборудования;
- проведение авторского надзора за строительством;
- участие в приемке объекта в эксплуатацию. [4].

В процессе управления проектной деятельностью следует различать генподрядную проектную организацию (ГП), у которой с заказчиком заключён договор и она отвечает перед заказчиком за разработку и сдачу ему ПСД и субподрядную проектную организацию (СПО), которую нанимает для выполнения каких-либо разделов или подразделов проекта ГП. В соответствии с законом [(ГОСТ ISO 9001-2011 и Руководством по применению процессов аутсорсинга // ISO/TC 176/SC 2/N 630R2, 24 ноября 2003 г.).] ответственность перед Заказчиком за качество ПСД, разработанной СПО, несёт только ГП. Фактически СПО выступает в качестве структурного подразделения ГП, которым он в процессе реализации проекта должен управлять так же, как и «своими» структурными подразделениями, с точки зрения соблюдения сроков и качества разработки проектной и рабочей документации. СПО обязана согласовывать с ГП:

- применяемый технологический процесс проектирования или использовать технологический процесс проектирования принятый ГП;
- рабочий график проектирования;
- назначение конкретного ГИПа руководителем раздела или подраздела проекта преданного на субподряд;
- программное обеспечение используемое при разработке проекта и возможность передачи результатов в согласованном цифровом формате и т.п.;
- объём входного контроля у ГП разработанной СПО проектной документации.

Важное значение в управлении проектной деятельностью отводится главному инженеру проекта (ГИП).

К ответственности ГИПа ГП относится определение себестоимости проектных работ, передаваемых на управление (аутсорсинг) СПО.

После передачи законченной ПСД Заказчику или после ввода объекта в эксплуатацию (если проводился авторский надзор) ГИПу необходимо завершить аутсорсинговый проект [5]:

- проверить наличие документов, подтверждающих приёмку ПСД от СПО, в том числе проверку качества указанной документации;

- получить от СПО и передать в архив ГП информацию о разработанных индивидуальных проектных решениях, которые можно рекомендовать для повторного применения.

Организационная структура управления проектной организации с учётом внедрения систем информационного моделирования значительно видоизменяется и может быть представлена в виде следующей структурной схемы распределения функциональных обязанностей между участниками проектной деятельности (рисунок 1.10) [6].

Процесс проектирования включает в себя разработку проектных решений. Формирование проектного решения состоит из его разработки, приемки и подтверждения соответствия требованиям, предъявляемым к проектному решению.

Качество проектного решения (ПР) определяется следующими основными характеристиками

-Техническая реализуемость- ПР должно быть осуществимо в процессе строительства;

-информационная полнота- ПР должно содержать всю информацию, необходимую для проведения строительно-монтажных работ;

-заказ оборудования должен быть возможен после получения всех необходимых разрешений и согласований;

-Экономическая целесообразность-ДП должна быть экономически обоснована и конкурентоспособна как на этапе строительства, так и в процессе эксплуатации объекта; и

-системность- все ДП, разрабатываемые в рамках проекта, должны быть согласованы со всеми органами управления, отвечающими за безопасность эксплуатации объекта [7].

Разработка и принятие проектных решений происходит на пяти уровнях. В качестве примера распределения функциональных обязанностей рассмотрим разработку раздела "Конструктивные решения (КР)":

-Первый уровень -"Сборка, деталировка". На этом уровне принимаются решения по армирующим сеткам, закладным деталям и т. д;

-Второй уровень - "Элементы". На этом уровне инженеры проектируют балки, колонны, независимые фундаменты и т.д;

-Третий уровень- "Компоненты". На этом уровне старшие и ведущие инженеры проектируют перекрытия, покрытия, наружную обшивку и т.д;

- Четвертый уровень: "Проектная секция". На этом уровне старшие специалисты определяют конструктивную схему здания и основные прочностные параметры конструкции;

-Пятый уровень: "Технико-экономические показатели проекта"; за принятие решений на этом уровне отвечает ГИП.

Соответствие проектного предложения проверяется процессами контроля, оценки, верификации, анализа, валидации, согласования и утверждения.

Контроль проверяет соответствие принятого проектного предложения действующим нормам (правилам), т.е. нормативным документам, используемым в настоящее время в строительном комплексе (ГрКРФ,СНиП, СН, ГОСТ, ВСН и т.д.).Результаты контроля.

"Соответствуе"или"несоответствует"указанномунормативномудокументу.

Оценка - та же процедура контроля, но помимо "соответствует" или "не соответствует" указывается степень" соответствия" или "несоответствия". Как правило, результаты оценки представляются в виде количественных показателей.

Так называемый нормативный контроль проводится в том же объеме, что и контроль, с той лишь разницей, что для сравнения принятых проектных решений с нормативными документами используется СПДС ГОСТ.

При валидации проводится сравнение принятых ПР с исходными проектными данными (заданиями на проектирование, исходными данными для проектирования, техническими условиями).

Анализ-коллективное действие под руководством ГИПа-позволяет прогнозировать результаты существующего процесса проектирования с точки зрения технико-экономических характеристик проектного решения, стоимости проектирования и времени проектирования.

Координация - это процесс обеспечения того, что бы данное проектное предложение не вступало в противоречие с проектными предложениями других разделов проекта. Например, проектное предложение в конструкторской части проекта сопоставляется с проектными предложениями в электротехнической, санитарно-технической и теплотехнической частях проекта.

Ответственность за проведение согласования возлагается на ГИПа, а за правильность согласования отвечает главный специалист каждого раздела проекта [8].

Валидация- подтверждение того, что проектное решение разработано правильно. Учитывать, что типовые проектные предложения используются не менее чем на 80-90% от общего объема проектирования.

Учитывая, что используется не менее 80-90% от общего объема проектирования, достаточно сравнить его с базой данных типовых проектов, или с ранее выполненными проектами, или с соответствующим каталогом сертифицированного оборудования.

Ответственность за факт валидации возлагается на ГИПа, а за содержание валидации-на главного специалиста проектного отдела.

Валидация- это разрешение на передачу заказчику готовой проектной документации. Ответственность за это несет ГИП, который подтверждает это, подписывая накладную перед отправкой документов заказчику.

Завершение аутсорсингового проекта со стороны ГИПа происходит после получения заказчиком окончательной проектной документации. Проектирование имеет ряд специфических особенностей. Все эти особенности необходимо учесть при управлении проектной деятельностью:

- многопроектный режим работы – представляет необходимость одновременного управления несколькими проектами ;

- портфель заказов предполагает разработку ПСД для проектов имеющих разные сроки начала и окончания и пополняется новыми проектами непрерывно в соответствии с заключенными контрактами;

- в проектной организации экономически выгоднее, чтобы большую часть работ выполнял собственный производственный персонал, т.к. эффективность управления процессом в этом случае наиболее высокая.

Вопрос загрузки производственных подразделений становится одним из важнейших. Это связано с дефицитом рабочего времени квалифицированного персонала [9].

В процессе управления проектов каждая организация индивидуально занимается решением экономических вопросов, но в любом случае, должна принимать во внимание одну из двух принципиально различных моделей управления трудовыми ресурсами: первая модель основана на сдельной системе оплаты труда, вторая – на окладной.

Если рассматривать различия двух моделей, следует отметить что сдельная система основана на формировании фонда оплаты труда работника в зависимости

от сложности и объемов проектных работ, выполняемых им. Работы формируют доходную часть бюджета и затратную часть бюджета. Доходная часть формируется за счет общей стоимости проекта, которая распределяется на отдельные виды работ. Затратная часть бюджета проекта определяется как разность между стоимостью проекта и желаемой величиной плановой прибыли. Затраты на оплату труда распределяются по профильным подразделениям, а затем перераспределяются между непосредственными исполнителями. Условием получения расчетной суммы является выполнение задания качественно и в срок [9].

При применении модели, строящейся на окладной системе оплаты труда, сотрудник будет получать фиксированный оклад, который в свою очередь будет зависеть от ситуации на рынке и возможностей организации. Оклад выплачивается в зависимости от величины затраченного времени в проектах выполняемых каждым сотрудником.

Бюджетирование доходов в проекте основано на экспертной оценке сложности работ и предполагаемой стоимости рабочего часа. Расходная часть бюджета, в свою очередь, определяется на основе фактической сложности выполненных работ и установленной стоимости рабочего часа, которая включает зарплату с отчислениями и общие расходы организации.

Также используется модель с окладной системой оплаты труда, при которой бюджет проекта формируется в зависимости от запланированной сложности работ. Сложность рассчитывается на основе объема работ. Если объем невелик, то планируемая сложность определяется на основе аналогичных проектов. В случае большого объема работ проект разбивается на этапы, и результаты каждого этапа влияют на параметры последующих. Для определения фактической себестоимости проекта необходимо учесть время, затраченное на его разработку. Стоит отметить, что фактические затраты могут отличаться от плановых в зависимости от производительности труда и эффективности ресурсов.

В настоящее время наши проектные организации преобразуются с использованием методологии управления проектами PMBOK. Поскольку теория управления проектами и проектное управление в России основаны на общих законах, сформулированных зарубежными школами (Тейлор, Вебер, Файоль, Деминг), они в некоторой степени пересекаются. В частности, процессы, реализуемые в России в области

проектного управления, соответствуют процессам, описанным в PMBOK, хотя они не выделены и не формализованы.

Определенный скачок в использовании информационных технологий можно заметить при выполнении проектных работ, особенно в разработке проектно-сметной документации. Исследования показывают, что до 59 % затрат на труд могут быть сокращены, если информационная система будет способна эффективно регистрировать, искать и повторно использовать информацию.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 21.1101-2013. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации [Электронный ресурс]. – Введ. 2013-06-10. – URL: http://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&baseC=6&page=0&month=1&year=-1&search=%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2%20%D0%A0%2021.1101-2013&id=184474

2. Антонавичус К.А. Современная технология управления строительным производством / К.А. Антонавичус, Ю.И. Бивайнис. // М.: Стройиздат. - 1990. – С. 220.

3 .Лапыгин Ю.Н. Управление проектами: от планирования до оценки эффективности / Ю.Н. Лапыгин // М.: Изд-во "Омега-Л". - 2008. – С.252.

4. Лясковская Е.А. Управление реализацией строительных проектов: проблемы и перспективы / Е.А. Лясковская, А.О. Овчинников // Экономика, управление и инвестиции. – 2013. - № 1(1). - С.3.

5. Крикунн, В.М. Новые отношения главных инженеров проектов с субподрядными организациями / В.М. Крикун, 6. 6. М.С. Подольский, А.В. Литвинов // Методы менеджмента качества. – 2014. - №4. – С. 26-29.

7. Чегодаева, М.А. Функциональность информационной модели на этапах проектирования, строительства и эксплуатации [Электронный ресурс] / М.А. Чегодаева // Молодой ученый. – 2016. – №25. – С. 102-105. – URL: https://moluch.ru/archive/129/35716/

8. Боровских, О.Н. Особенности проектирования системы управления проектами в проектных организациях / О.Н. Боровских // Российское предпринимательств. – 2014. - №1(247). – С. 14-22

9. Ильин А.И. Планирование на предприятии: учеб. пособие. /А.И. Ильин.- 7-е изд., испр. и доп. - Мн.: Новое знание, 2006. 668 с.

10. Болотин С.А. Вихров А.Н. Организация строительного производства / С.А. Болотин, А.Н. Вихров. // М.: ACADEMIA, 2007. – 201с.

УДК [692.5:624.012.4]:004.42

ВЕРИФИКАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕЛИНЕЙНОГО РАСЧЁТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ В ПК ЛИРА-САПР В УСЛОВИЯХ ПРОСТОГО ИЗГИБА

Чигинский Д. С.,
ООО «Строительное Проектирование»,
Тульский государственный университет; г. Тула, Россия
Дорошенко Д. И., Бесстрашнов Д. О.
Тульский государственный университет; г. Тула, Россия

Представлены результаты исследования напряженно-деформированного состояния железобетонной плиты с помощью программного комплекса «ЛИРА-САПР» в рамках физически нелинейного расчёта в условиях простого изгиба в двух вариантах конечно-элементного исполнения. Изложены результаты верификации в сравнении с нормативными примерами и аналитическими вычислениями. Приведен анализ полученных результатов.

Системы автоматизированного проектирования строительных конструкций представляют широкие возможности по конструктивному расчёту отдельных элементов строительных конструкций и каркасов зданий и сооружений в целом, однако, результатом расчёта, как правило, являются относительные показатели – коэффициенты использования или коэффициенты запаса. При этом, в явном виде, за отдельными исключениями [1-3], отсутствует возможность проследить последовательность вычислений или оценить промежуточные результаты. Однако, необходимость указанного обосновывается ответственностью инженера-расчётчика (пользователя САПР СК) за обеспечение надёжности проектируемой или поверяемой строительной конструкции и может быть реализована с помощью инструментария трассировки расчёта. В программировании, трассировка представляет собой процесс пошагового выполнения программы, при котором определяется последовательность команд и значения переменных на каждом шаге.

В настоящие время, в программном комплексе ЛИРА-САПР отсутствует в полной мере реализация трассировки расчёта, когда по указанию пользователя может быть создан файл отчёта в формате *.txt, содержащий исходные данные, промежуточные переменные, формулы и результаты расчёта [2, 3], как следствие, для уверенного понимания производимых вычисление, инженерам-расчётчика необходимо само-

стоятельно выполнять верификацию получаемых результатов, что особенно актуально при решении физически нелинейных задач и выполнении научно-технического сопровождения проектирования.

Целью работы является верификация результатов нелинейного расчёта железобетонной конструкции в условиях простого изгиба при действии равномерно распределённой нагрузки.

Для достижения указанной цели выбрана модельная задача, решаемая методом конечных элементов в программном комплексе ЛИРА-САПР с использованием нелинейного шагового процессора с исполнением в виде физически нелинейной стержневой системы и пластины (оболочки). Зависимость между напряжениями и деформациями задается в виде кусочно-линейного закона. Железобетон задаётся в виде биматериала, а именно, бетон с включением арматурных стержней.

Для модельной задачи, приняты исходные данные на основе примера 42 из пособия к СП 63.13330 [4]: железобетонная плита с высотой поперечного сечения $h = 300$ *мм* и шириной $b = 1150$ *мм*; расстояние до центра тяжести растянутой арматуры $a = 42$ *мм*; бетон класса *B15* ($R_{b,ser} = 11$ *МПа*, $R_{bt,ser} = 1{,}1$ *МПа*); рабочая арматура класса *A400* с площадью сечения $A_s = 923{,}4$ *мм*^{2} (6Ø14); момент в расчетном сечении от постоянных и длительных нагрузок $M_l = 50$ *кН·м*, от кратковременных нагрузок $M_{sh} = 10$ *кН·м*; конструкция эксплуатируется в неагрессивных.

Железобетонная плита моделируется в среде программного комплекса ЛИРА-САПР в рамках одного файла в виде двух независимых расчётных схем: стержневой и пластинчатой (оболочечной).

В примере 42 [4] требуется произвести расчет по раскрытию нормальных трещин, однако, для достижения целей работы, требования были расширены таким образом, что проследить определяемые в ЛИРА-САПР параметры, а именно: K_σ – коэффициент запаса; $\varepsilon_{бв}$ и $\varepsilon_{бн}$ – деформации верхнего и нижнего волокна бетонного сечения; $\sigma_{бв}$ и $\sigma_{бн}$ – напряжения в верхнем и нижнем волокне бетонного сечения; a_{crc} и h_{crc} – ширина и глубина раскрытия трещины; l_{crc} – расстояние между трещинами; d_{max} – максимальная высота сжатой зоны бетона в сечении, в Пособиях [4] и [6] обозначается x; N_s – усилие в арматурном стержне.

Для решения поставленной задачи использован сравнительный метод исследования, при котором результаты «ручного» расчёта по формулам СП 63.13330.2018 [7] и СНиП 2.03.01-84* [8] сопоставляются с результатами расчёта примера в Пособии [4], а также результатами, полученным в рамках нелинейного расчёта для двух указанных

выше расчётных схем (стержневой и оболочечной), выполненных в программном комплексе ЛИРА-САПР.

Железобетонная плита свободно опёрта по двум коротким сторонам, имеет пролёт 5 м, загружена, соответственно, равномерно распределённой постоянной и длительно действующей долей нагрузки $g = (60 \cdot 8/5^2)/1.15 = 16{,}695$ *кПа*; стрежневая часть расчётной схемы загружена нагрузкой $q = 1.15 \cdot g = 16$ *кН/м*, с долей длительности $d = 5/6$.

Стержневая расчётная схема принята состоящей из 50 стержневых конечных элементов (КЭ), тип КЭ принят 210 – Универсальный пространственный стержневой конечный элемент равновесного построения. Количество КЭ принято по результатам оценки практической сходимости по максимальным перемещениям, изгибающему моменту и напряжениям с заданной величиной точности [5].

Оболочечная расчётная схема принята состоящей из 550 конечных элементов. Тип КЭ принят 244 – Физически нелинейный четырёхугольный КЭ оболочки. Разбиение плиты на сетку КЭ принято аналогично подходу, указанному выше.

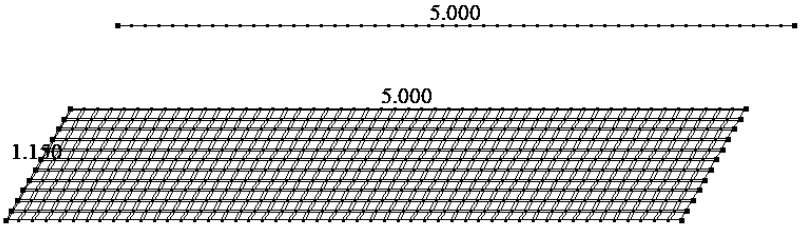


Рис. 1. Расчётные схемы в ЛИРА-САПР: стержневое и пластинчатое исполнение

Для построения диаграммы деформирования в виде закона нелинейного деформирования «14 – кусочно-линейного закона деформирования» необходимо дополнить исходные данные следующими параметрами: относительная влажность воздуха 40–75%, произведение коэффициентов условий работы $\gamma_b = 1.0$, тип диаграммы состояния бетона – трехлинейная без учёта работы бетона на растяжение, начальный модуль упругости бетона класса В15 $E_b = 24000$ *МПа,* растянутая арматура класса А400 с модулем упругости, равным при растяжении и сжатии, E_S = 200000 МПа.

Армирование задаётся посредством типов заданного армирования (ТЗА), в частности, для стержневых элементов через явное указание количества и диаметра – 6Ø14 мм и расстояния до центра тяжести бетона 4,2 см; для пластинчатых элементов – через шаг и диаметр ар-

матуры d14s192, учитывая то, что по ширине конструкции установлено 6 стержней, тогда: 1150 / 6 ≈ 192 мм.

Таблица 1

Параметры закона деформирования бетона [7]

Деформации ε_b	**Напряжения σ_b, кН/м^2**
$\varepsilon_{b2} = -0{,}0035$	$\sigma_{b2} = 1{,}001 \cdot R_{bn} = -11011$
$\varepsilon_{b0} = -0{,}002$	$\sigma_{b0} = R_{bn} = -11000$
$\varepsilon_{b1} = \sigma_{b1} / E_b = -0{,}000275$	$\sigma_{b1} = 0{,}6 \cdot R_{bn} = -6600$
$0{,}0$	$0{,}0$

Таблица 2

Параметры закона деформирования арматуры [7]

Деформации ε_s	**Напряжения σ_s, кН/м^2**
$\varepsilon_{s2} = -0{,}025$	$\sigma_{s2} = -1{,}001 \cdot R_{sn} = -400400$
$\varepsilon_{s0} = -R_{sn} / E_s = -0{,}002$	$\sigma_{s0} = -R_{sn} = -400000$
$0{,}0$	$0{,}0$
$\varepsilon_{s0} = +R_{sn} / E_s = +0{,}002$	$\sigma_{s0} = +R_{sn} = +400000$
$\varepsilon_{s2} = +0{,}025$	$\sigma_{s2} = +1{,}001 \cdot R_{sn} = -400400$

Для решения нелинейной задачи организован шаговый процесс (кол-во шагов = 20, минимальное число итераций = 300).

Количество узлов: 663. Количество элементов: 600.

По результатам нелинейного расчёта в стержневом исполнении максимальное перемещение по Z составило 16.47 мм при $q = 16$ *кН/м*.

В рамках проверки параметров прочности получены следующие результаты. В ПК ЛИРА-САПР введено понятие коэффициента запаса, вычисляемого по формуле: $K_\sigma = M_{ult} / M$.

Учитывая то, что численная проверка выполняется в рамках задачи для 2-й группы предельных состояний, примем для перехода к расчётным значениям коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1$.

По формуле (8.5) СП 63.13330 [7] или из п. 3.15 [8] определяем высоту сжатой зоны бетона x:

$$x = R_s A_s / R_b b = 350 \cdot 923.4 / 8.5 \cdot 1150 = 33.063\, мм$$

$$M_{ult} = R_b b x \left(h_0 - 0.5x\right) =$$

$$= 0.85 \cdot 115 \cdot 3.3063 \left(25.8 - 0.5 \cdot 3.3063\right) = 78.04\, кН \cdot м,$$

где $h_0 = h - a = 300 - 42 = 258$ *мм* – рабочая высота сечения, тогда:

$$K_\sigma = M_{ult} / M = 78.04 / 60 = 1.3.$$

Однако, принятая кусочно-линейная зависимость деформаций и напряжений вносит коррективу в вычисляемую эпюру напряжений

в сжатой зоне бетона, она принимается ломаной, вместо прямоугольной. Как следствие, меняется выражение для суммы проекций на горизонтальную ось и суммы моментов относительно точки центра тяжести арматуры. Учитывая указанное, проверим данные соотношения по результатам расчёта для стержневого КЭ вблизи середины пролёта балки (например, КЭ № 26 в сечении №1).

Сумма проекций на горизонтальную ось:

$$\sigma_s A_s \equiv nN_s = d_{max}\left(\sigma_{b1}\frac{\varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{бв}} + \left(\sigma_{бв} + \sigma_{b1}\right)\left(1 - \frac{\varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{бв}}\right)\right)\frac{b}{2}.$$

Подставив значения, получим следующее приблизительное равенство (также учитывая округление при отображении значений в ПК):

$$6 \cdot 42.58 = 255.48\ кН \approx$$

$$\approx 5.41\left(\frac{6822.17}{10000}\frac{0.275}{0.367} + \left(\frac{6822.17}{10000} + \frac{6600}{10000}\right)\left(1 - \frac{0.275}{0.367}\right)\right)\frac{115}{2} = 260.42\ кН.$$

Аналогично сумма моментов относительно точки центра тяжести арматуры:

$$M = d_{max} b \left(\begin{array}{l} \sigma_{b1}\frac{\varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{бв}}\frac{1}{2}\left(h_0 - \frac{\varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{бв}}\frac{d_{max}}{3} + \left(1 - \frac{\varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{бв}}\right)d_{max}\right) + \\ +\sigma_{b1}\left(1 - \frac{\varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{бв}}\right)\left(h_0 - \left(1 - \frac{\varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{бв}}\right)\frac{d_{max}}{2}\right) + \\ +\left(\sigma_{бв} - \sigma_{b1}\right)\left(1 - \frac{\varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{бв}}\right)\frac{1}{2}\left(h_0 - \left(1 - \frac{\varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{бв}}\right)\frac{d_{max}}{3}\right) \end{array} \right).$$

Подставив числовые значения, получим следующее приблизительное равенство:

$$M = 60 кН \cdot м \approx 61.82\ кН \cdot м.$$

Отклонение (погрешность) составляет 3.03%.

Указанное корректирует вычисления следующим образом:

$$K_\sigma = M_{ult} / M = 78.04 / 61.82 = 1.262.$$

Таблица 3

Результаты расчёта K_σ в ПК ЛИРА-САПР по СП [7]

Вид расчёта	Теория расчёта арматуры	Значение K_σ
Плита; Оболочка	Карпенко	1.297
Стержень	«Обычный» алгоритм	1.282
Плита; Оболочка	Вуд Модифицирован. алгоритм	1.282
Стержень	Модифицированный алгоритм	1.195

В рамках проверки параметров трещиностойкости получены следующие результаты с расчётными значениями нагрузки и параметров материалов для 2-й группы предельных состояний, при коэффициенте надежности по нагрузке $\gamma_f = 1$. При этом, согласно пособиям [4] и [6], вычисление ширины раскрытия трещин для рассматриваемых примеров выполнено на продолжительное действие нагрузки.

Выполнено сопоставление и расчёт исследуемых параметров, определяемых в ЛИРА-САПР и аналитическим способом.

Таблица 4

Расчётные ситуации при вычислении параметров a_{crc}

№	Характеристики материалов	Расчёт по формулам	Исходные данные
1	СП 63.13330.2018	Пособие к СП 63.13330 [6]	Пример 42
2	СП 63.13330.2018	Пособие к СНиП 2.03.01-84 [8]	Пример 42
3	СНиП 2.03.01-84*	Пособие к СНиП 2.03.01-84 [8]	Пример 54

Согласно справке по ПК ЛИРА-САПР 2022 R2 Update 2, при подборе продольной арматуры предельное состояние сечения принимается в соответствии со СНиП 2.03.01-84* [8]: высота сжатой зоны бетона с расчетным напряжением, контроль относительной высоты, ширина раскрытия трещин, а также в пластинчатых элементах учитывается работа арматуры по ортогональному направлению.

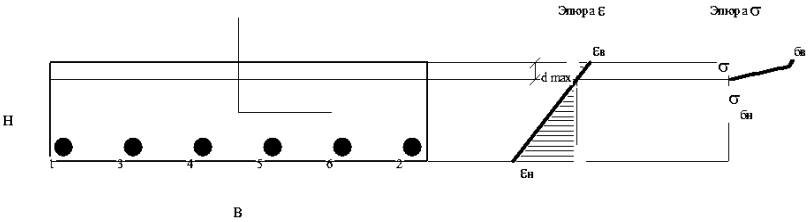


Рис. 2. Характеристики сечения с трещинами (ЛИРА-САПР)

Таблица 5

Ширина продолжительного раскрытия трещин acrc, мм

Исходные данные	Расчёт по [4]	Расчёт по [6]**	Расчёт в ЛИРА-САПР; КЭ Стержн.	Расчёт в ЛИРА-САПР; КЭ Пласт.
Пример 42 [4]	0,200*	0,267 / 0,208	0,226	0,164
Пример 54 [6]	–	0,340 / 0,269	0,287	0,209

* Расчёт по [4] выполнен без учёта арматуры при определении упругого момента сопротивления W_{pl}. Если учесть арматуру, выполнив расчёт аналитически, значение ширины продолжительного раскрытия трещин a_{crc1} будет равно 0,194 мм.

** Значения ширины раскрытия трещин под чертой вычислено с учётом корректировки (снижения), согласно [6].

Таблица 6

Результаты расчёта параметров сечений с трещинами для КЭ№26

Параметр	Ед. изм.	Значения при исх. данных по примеру 42 [4]	Значения при исх. данных по примеру 54 [6]	Примечание
$\varepsilon_{бв}$	*1000	−0.296	−0.391	
$\varepsilon_{бн}$	*1000	1.382	1.754	
$\sigma_{бв}$	кН/м²	−6641.48	−6884.56	*|Значения| > σ_{b1}=6600*
$\sigma_{бн}$	кН/м²	0.0	0.0	
a_{crc}	мм	0.0…0.226	0.0…0.287	*Максимум в середине пролёта*
h_{crc}	см	24.706…24.712	24.529…24.712	*Минимум в середине пролёта*
l_{crc}	см	24.638	24.638	*Одинаковое значение*
d_{max}	см	5.29	5.47…5.29	

При этом, значение глубины трещины h_{crc} числено равняется высоте сечения H уменьшенной на высоту сжатой зоны бетона d_{max}:

$h_{crc} = 24.706$ *см* $\approx H - d_{max} = 30.0 - 5.29 = 24.71$ *см.*

Учитывая указанное, проверим данные соотношения по результатам расчёта для пластинчатого КЭ вблизи середины пролёта (например, КЭ № 356 в центре КЭ).

Таблица 7

Результаты расчёта параметров арматуры в сечениях с трещинами для пластинчатого исполнения (при исходных данных)

Номер и направление трещины	Ширина раскрытия трещины		Глубина трещины		Расстояние между трещинами, см
	по примеру 42 [4], мм	по примеру 54 [6], мм	по примеру 42 [4], мм	по примеру 54 [6], мм	
2. Нижняя вдоль Y	0.164	0.208	24.709	24.540	17.822

Следует отметить, что результаты расчёта параметров трещин для стержневого исполнениясовпадают при вариантах расчёта по СП [7] и по СНиП [8].

Таблица 8

Напряжения в арматурных стержнях при продолжительном действии нагрузки σs, МПа

Исходные данные	Расчёт из [4]	Расчёт по [6]	Расчёт в ЛИРА-САПР; стержневые КЭ
Пример 42 [6]	235.9	224.4	N_s/A_s =35.33/1.539·10=229.6
Пример 54 [8]	–	286.0	N_s/A_s =44.76/1.539·10=290.8

При аналитическом вычислении по исходным данным из примера 42 [4], с учётом арматуры при определении упругого момента сопротивления W_{pl}, значение $\sigma_s = 236.4$ *МПа*.

Подводя итог работы следует отметить следующее:

1. Выполнена верификация результатов нелинейного расчёта железобетонной плиты в ПК ЛИРА-САПР (в условиях простого изгиба), включающая удовлетворительное соответствие аналитически вычисленным значениям следующих параметров: коэффициент запаса K_σ, высота сжатой зоны бетона в сечении d_{max}, глубина трещины h_{crc}, деформации и напряжения волокон бетонного сечения $\varepsilon_{бв}$, $\varepsilon_{бн}$, $\sigma_{бв}$, $\sigma_{бн}$, усилие N_s и напряжения σ_s в каждом арматурном стержне.

2. Выявлено отсутствие прямого соответствия нормативным документам следующих значений, вычисляемых в ПК ЛИРА-САПР: ширина раскрытия трещин a_{crc} и расстояние между трещинами l_{crc}. Как следствие, указанные параметры трещин требуют дополнительной проверки и пояснения разработчиками программного обеспечения.

3. Установлено, что при вычислении значений ширины раскрытия трещин a_{crc} и расстояния между трещинами l_{crc} выбор варианта норм для расчёта, в частности СНиП 2.03.01-84* и СП 63.13330.2012/2018 не повлиял на результаты вычисления указанных параметров. При этом, в справке к ПК ЛИРА-САПР указано на то, что подбор армирования выполняется по СНиП 2.03.01-84*.

Следует обратить внимание на необходимость более подробной расшифровки рассмотренных параметров со стороны разработчиков ПК ЛИРА-САПР, например, в формате статей или видео-уроков.
В любом случае, текущая работа и дальнейшие исследования в выбранном направлении послужат как в рамках академического обучения и студенческих работ, так и в рамках инженерной практики расчёта строительных конструкций зданий и сооружений.

Библиографический список

1. Расчет стальных конструкций. Трассировка расчета // Справочный центр LIRALAND: сайт. – URL: https://lira.land/lira/tras.php (дата обращения: 29.10.2023).

2. Учёт совместной работы поперечных и продольных стен при действии горизонтальной нагрузки // Справочный центр LIRALAND: сайт. – URL: https://help.liraland.com/ru-ru/high-technology-innovations/combined-work-of-transverse-and-longitudinal-walls.html?sphrase_id=19444318 (дата обращения: 29.10.2023).

3. Трассировка результатов расчёта. Новое в расчете армирования железобетонных элементов по нормам СП РК EN 1992-1-1:2004/2011 в ПК ЛИРА-САПР версии 2022 // Справочный центр LIRALAND: сайт. – URL: https://www.youtube.com/watch?v=mVuLSL2B8kg&t=1220s (дата обращения: 29.10.2023).

4. Расчет железобетонных конструкции без предварительно напряженной арматуры: Методическое пособие: [Пособие к СП 63.13330] / Авторский коллектив специалистов НИИСФ РАССН под руководством Н. Н. Трекина; Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Федеральное автономное учреждение «Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве». – М., 2015. – 283 с.

5. Перельмутер, А. В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. – 4-е изд., перераб. – М.: Издательство СКАД СОФТ, 2011. – 736 с.

6. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры [Пособие к СНиП 2.03.01-84]. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.

7. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003». – М.: Стандартинформ, 2019.

8. СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции». – М.: Госстрой СССР, 1985.*

УДК 69.003.13

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM ДЛЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЯ

Вялкова Н.С.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассматриваются вопросы проектирования в BIM инженерных сетей существующего здания для создания необходимого источника информации, используемого при его реконструкции, реставрации и капитального ремонта.

Ключевые слова: технологии информационного моделирования, реконструкция, проектирование, Renga

Цифровые технологии информационного моделирования зданий, сооружений, инженерных сетей и других объектов в России развиваются по пути универсального инструмента, применяемого для различных проектов. Несмотря на то, что в нашей стране BIM технологии развиваются не быстро, уже есть множество проектов, которые были реализованы с использованием трехмерных информационных моделей.

В городах и населенных пунктах стоят задачи не только создания новых, но и реконструкция имеющихся зданий, и их эксплуатация.

Существует мнение, что BIM – это технология проектирования «с нуля» новых объектов. Однако информационное моделирование применимо и для существующих сооружений. Полученная модель содержит необходимую информацию для решения конкретных задач, в том числе и капитального ремонта инженерных систем здания.

При работе с имеющимися объектами с применением BIM появляется возможность проектировать замену устаревшего инженерного оборудования здания новым, при этом меняя его эксплуатационные характеристики до уровня требований, предъявляемых нормативами, грамотно эксплуатировать существующие объекты.

Обслуживание и текущий ремонт зданий и сооружений – очень важный и весьма затратный (с учетом сроков эксплуатации) вид повседневной деятельности, более точно – основной вид работы со зданием в период его существования, и здесь информационное моделирование позволяет осуществлять это все своевременно и качественно, оптимизируя (уменьшая) затраты.

Когда говорят о BIM применительно и к существующим зданиям, подразумевают не только цифровую информационную модель объекта, но и чертежи, и отчеты. Строители пока не перешли на уровень строительства по модели, поэтому важен рабочий чертёж — осязаемый документ.

Ни один объект строительства не может существовать без внутренних коммуникаций. При подготовке к капитальному ремонту инженерных систем 8-го учебного корпуса ТулГУ встал вопрос о подготовке документации. Было принято решение о проектировании с использованием технологий информационного моделирования. Чтобы решить задачи, связанные с проектированием систем водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции воспользовались разработанным фирмой Renga программным продуктом Renga MEP.

Программный продукт Renga MEP позволяет выполнить трассировку систем отопления, вентиляции, горячего и холодного водоснабжения, автоматически прокладывая трубопроводы с арматурой и

другими элементами в соответствии с правилами прокладки магистралей (заложены в программу).

Для начала создается файл в Renga, разрабатывает определенный раздел. Актуальная версия может находиться на сервере Renga, где над ней ведется совместная работа, вносятся различные изменения. Все архитектурные и конструктивные решения, инженерные сети будут выпущены с использованием технологии информационного моделирования. Для создания чертежа проектировщику надо просто разместить уже обозначенные в модели виды и разрезы в нужном масштабе на подготовленном шаблоне чертежа. При этом ему доступны все необходимые инструменты оформления, выноски, марки, размеры и другие, многие из которых попадают на чертеж автоматически из 3D-вида, например, размеры, оси и обозначения разрезов. Любое изменение, сделанное в 3D-модели, моментально отразится на чертеже. Все инструменты оформления чертежа в Renga настроены согласно стандартам СПДС. С проектировщика снимается огромный пласт задач, которые он выполнял вручную. Для разделения объектов модели по разделам с целью удобства навигации по модели, отлично помогает Фильтр, при использовании которого можно вывести на экран только систему отопления или конструктивную часть здания или только металлический каркас, для детальной проработки соединений стальных конструкций между собой. Гибкая система условий позволяет создавать требуемые фильтры для отображения тех или иных элементов модели.

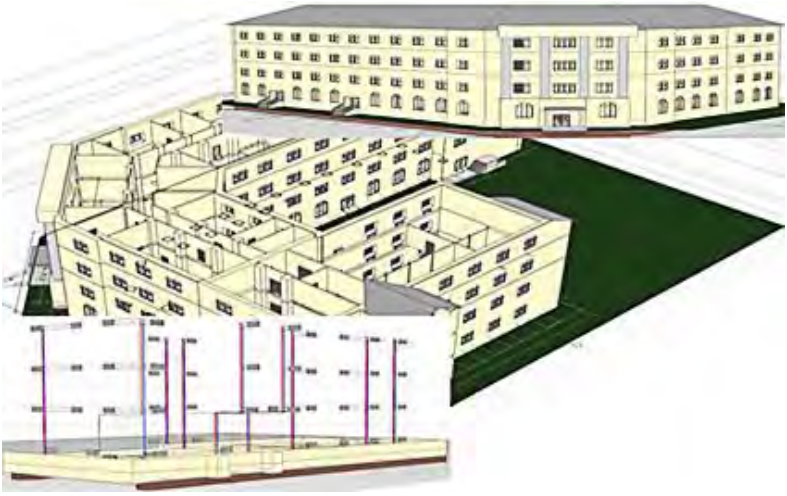


Рис. Фрагменты BIM-модели 8-го учебного корпуса.

Проведенная магистрантами 2-го курса специальности ТГВ работа, позволила воссоздать чертежи систем отопления 8-го учебного корпуса ТулГУ в программном продукте Autodesk AutoCAD. После проведенной корректировки схемы под руководством ведущего преподавателя, система была переведена в файл в Renga. Следующий шаг - утверждение проектной документации.

На рисунке представлены фрагменты BIM-модели 8-го учебного корпуса.

При проектировании в BIM инженерных сетей существующего здания создается необходимый источник информации, используемый при его реконструкции, реставрации и капитального ремонта.

Библиографический список:

1.Государственная программа РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на 2021–2023 годы».

2.Информационные технологии в строительстве: учебное пособие / составитель В. А. Шнайдер. — Омск: СибАДИ, 2019. — 110 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/149537.

3.Численные методы в информационных системах: учебное пособие / Ю. Ю. Громов, О. Г. Иванова, М. А. Ивановский [и др.]. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 135 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/64618.html.

4.Акимов, П. А. Строительная информатика: учебное пособие. / Акимов П.А., Кайтуков Т.Б., Мозгалева М.Л., Сидоров В.Н. - Москва: Издательство АСВ, 2018. - 432 с. - ISBN 978-5-4323-0066-9. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300669.html.

УДК 69.035.4

ПОДЗЕМНАЯ УРБАНИСТИКА. ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА

Бессонова И.Д., Зяблова М.А., Копылов А.Б.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Проблемы высокая урбанизация городов, высокая концентрация населения, увеличение уровня загруженности транспортных потоков на улицах, снижение развития уровня развития городской инфраструктуры приводят к тому, что освоение подземного пространства все больше приобретает

признание при планировке и застройки городов. Процесс освоения подземного пространства активно проходит при проектировании транспортной инфраструктуры, инженерных систем, административно-бытовых, промышленных предприятий и других для решения многофункциональности мегаполисов.

За последние годы отмечается высокий рост городов. Урбанизация приводит к увеличению возможностей для населения: растет уровень образования и медицины, развивается инфраструктура города, что обеспечивает комфортное проживания жителей и функционирование городов. Интеграция может привести к большой концентрации населения, что может привести к нарушению распределения равновесия распределения населения на единицу площади, нарушается инженерная инфраструктура, растет уровень экологических проблем (шумовое загрязнение, перенаселение, сокращение площадей лесов, истощение природных ресурсов). Со сменой структуры уровня жизни и благосостояния, растут приоритеты и потребности городского населения, что приводит к проектированию новых сооружений и созданию городских инфраструктур.

Развитие жилищного комплекса приводит к росту концентрации застроек, что требует освоение новых площадей для обслуживания новых сооружений. Крупные города все больше захватывают плодородные участки земли. Развиваются промышленные предприятия для обеспечения нужд жителей города. Транспортная инфраструктура увеличивается, что ведет к повышению стоимости продукции на предприятиях. Растут расходы на обеспечение жилищно-комплексного хозяйства, что приводит к тому что город становится экономически неэффективным.

Из-за проблем: растущей интеграции населения, скопления больших масс транспортных средств на дорогах, рост нагрузки на городскую инфраструктуру и повышения уровня ухудшения экологической обстановки-требует более активное изучения подземного пространства.

Начало освоения подземного пространства было положено еще в глубокой древности. Такими подземными сооружениями являются пещеры, полости в скальных породах. Использование пустот в скалах в качестве жилищ началось еще с первобытных людей. Самыми известными скальными и пещерными сооружениями, которые получили научное изучение являются Денисова пещера на Алтае около 280 000 лет назад, Кацех в Израиле, Мустье во Франции и другие. В период 1500-800 лет назад начали появляться пещерные города такие как Вардзия. Некоторые из них существуют до сих пор. Большое освоение

подземных пространств получили в городах Испании и Франции, где насчитывается около 8000 таких городов.

Инженерное освоение подземных пространств получило начало 4000 лет назад, при проложении транзитного тоннеля под рекой Ефрат. Данный тоннель соединял царский дворец с храмом Юпитера.

Освоение подземного пространства — это использование подземного пространства, что является главной целью для решения ряда проблем: транспортная, загруженность поверхности земли транзитными путями, стоянками автотранспорта, складских помещениями, гаражами и др.

Подземное пространство города - это пространство под поверхностью земли, которое используется как «одно из средств преодоления тенденции расширения города, предмет разработок новых концепций создания и сохранения естественной среды обитания, достижения приоритетов эколого-экономического благополучия и устойчивого развития, создания условий жизнедеятельности людей в экстремальных условиях» [РАСЭ, 1996].

Главные методы освоения подземного сформированы на систематичном подходе к рассмотрению 3 взаимосвязанных систем:

1) Наземная часть города (со зданиями, дорогами, инженерной инфраструктурой).

2) Подземная часть города (включающей тоннели и станции метрополитена, другие транспортные тоннели и подземные объекты различного назначения).

3) Инженерно-геологической и гидрогеологической среды.

Главными аспектами освоения подземного пространства являются: сохранения озелененных участков и мест отдыха; рациональное использование площадей города; сохранение исторически-ценных территорий; сохранение и восстановление объектов архитектуры; усовершенствование транспортной инфраструктуры и снижение уровня шумового загрязнения; сокращение нагрузки на инженерные коммуникации; защита населения от экологических проблем.

Главной задачей при проектировании городской подземной среды-необходимость подчеркнуть надежность, прочность, легкость сооружения и его эстетический вид. Для этого используют многочисленные композиционные приемы такие как контраст, нюанс, объем, пространство. Для проектирования интерьера подземных сооружений используют искусственное освещение, подбирают цветовые сочетания и различные фактуры для ощущения комфортного пребывания в подземных сооружениях. При проектировании также важно учитывать природные и геологические условия, инженерно-геологические и гидрогеоло-

гические факторы, что определяют возможность и масштабы работ стройки и их конструктивные решения, и организацию ведения работ.

Тенденции в мировом градостроительной истории свидетельствуют в пользу развития подземной инфраструктуры. Недочеты при строительстве подземных инфраструктур значительно труднее исправить. Следует учитывать, что в каждом определенном случае освоение подземного пространства ведется, учитывая местные условия, существующего опыта и потребностей города. Комплексно развиваются производственные и технологические процессы.

Использование подземного пространства проводится совместно с генеральными планами города с имеющимися подземной архитектурой и учетом планов по развитию города. Уровень использования подземного пространства, технологии ведения работ будет зависеть от площади города, исторической справки и перспективы застройки, численности населения, природно-климатических и инженерно-геологических условий.

При выборе районов для застройки подземного пространства также учитывают технико-экономические требования и рассчитывают социально-экономический эффект от строительства и эксплуатации сооружений. Эффективность и окупаемость от использования подземного пространства складывается из правильного и выгодного использования городской территории, сокращении использования энергетических и топливных ресурсов, эксплуатационных расходов.

В настоящее время поземное городское хозяйство включает в себя: транспортную инфраструктуру (железнодорожные тоннели, станции метрополитена, устройства вокзалов), промышленные предприятия (лаборатории, цехи), инженерные оборудования (трансформаторные подстанции, трубопроводы), административные предприятия, жилищно-коммунальное обслуживание, предприятия торговли (рестораны, закусочные, универсальные магазины), спортивные здания (стрелковые тиры, бильярдные, архивы). Эти сооружения имеют значительную градостроительное и социально-культурное значение. Располагаясь на центральных площадях и главных улицах, они бы формировали ансамбли и архитектурно-эстетический образ города, экономя территорию района при его заглублении под землю.

Освоение подземного пространства наиболее распространено в районах, где ярко выражена концентрация застроек и посещаемость, а также комплексы общественно-транспортных систем. Однако более перспективно проектировать сооружения, использование которых связано с пребыванием людей не на долгое время согласно с санитарно-гигиеническим требованиям.

Преимущества подземных сооружений над наземными в том, что, что они могут располагаться под руслами рек, что не оказывает влияние геоморфологическое состояние земли и упрощает передвижение населения на более короткие расстояния (минимальные перепады высот).

Среди значительного количества объектов с подземной инфраструктурой достаточно большая роль отводится транспортным сооружениям (метрополитены, тоннели, пешеходные переходы, автостоянки). Объекты транспортной инфраструктуры хорошо интегрируются в структуру уникальных сооружений, дополняя им единый городской организм.

Для обеспечения транспортной инфраструктуры в подземном пространстве необходимо учитывать следующие условия: постоянное искусственное освещение, непрерывную приточно-вытяжную вентиляцию и зрительную и звуковую информацию.

Одним из вариантов решения по сокращению переноса инженерных коммуникаций и уменьшение опасности повреждения зданий и исторически-важных памятников, что в дальнейшем будет создавать главную инфраструктуру подземного пространства в центральном районе города будет являться создание станций пересадки метрополитена. Значение подземных комплексов зависят от места их размещения. Главными сооружениями, которые будут решать транспортный вопрос, являются гаражи, парковки, транспортные коммуникации. Образовывая тем самым со складами, торговыми точками и местами отдыха, комплексы на случай важных и чрезвычайных ситуаций.

Библиографический список:

1. Адигамова З.С., Лихненко Е.В. Освоение подземного пространства как решение проблем урбанизации городов

2. Картозия Б.А.Основы освоения подземного пространства,-М, Отдел печати МГГУ, 2009

3. Голубев Г.Е. Подземная урбанистика. – М., Стройиздат, 1979Голубев, Г. Е.

4. Проблемы подземной урбанистики // Подземный город: геотехнология архитектура: Тр. Международной конференции. СПб, 1998. С.29-34.

5. Подземная урбанистика [Электронный ресурс] // Горная энциклопедия Аа-лава-Яшма http://www.mining-enc.ru/p/podzemnaya-urbanistika

УДК 7415/749

ГАРМОНИЗАЦИЯ ИСКУССТВЕННОЙ И ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА АЛЕКСИН

Цинман Ж.Г., Попикова В.А.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассмотрены некоторые из наиболее перспективных технологий, которые могут помочь создать комфортную городскую среду.

Ключевые слова: общественное пространство, городская среда, качество городской среды, городское озеленение, современный город, городской дизайн

С каждым годом проблемы городской среды становятся все более актуальными для жителей мегаполисов. Загрязнение воздуха, заторы на дорогах, нехватка зеленых зон и общественных мест — все эти факторы оказывают негативное влияние на здоровье и качество жизни людей, живущих в городах.

Рост урбанизации привел к появлению большого количества территорий с неудовлетворительной экологической обстановкой и сокращению площади городских зеленых насаждений, что привело к уменьшению количества зеленых насаждений на одного жителя. Эти проблемы наблюдаются не только в новых жилых районах, но и в исторических городских районах. Неплановое развитие общественных пространств, недостаточная связность общественных пространств и неадекватная инфраструктура подрывают эффективность и результативность общественных пространств [1].

Инвестиции в общественные пространства помогают раскрыть экономический потенциал города. Эксперты подчеркивают, что создание приятной городской среды повышает социальную сплоченность, поддерживает местную экономику, способствует развитию предпринимательства, привлекает инвестиции и положительно влияет на здоровье горожан.

Городская среда - это совокупность природных и антропогенных условий жизни, включая природные, социальные, экономические и технологические условия. Городская среда - это совокупность взаимодействующих элементов, определяющих качество жизни горожан и оказывающих эмоциональное воздействие на человека. Сегодня архитекторы и планировщики уделяют большое внимание созданию приятной визуальной городской среды, изучению визуального загрязнения городов, решению проблем архитектурно-пространственной среды.

Сейчас преображение парков, набережных, скверов активно финансируется из бюджетов разных уровней. Города могут заявиться с проектом по благоустройству общественного пространства и получить финансирование на его реализацию[2]. К примеру, в Алексине на ул. Ленина, 15 завершились основные работы по благоустройству сквера. Обновленное пространство повторяет стилистику преобразившейся в прошлом году площади Дворца культуры им. В. С. Бондаря. Удобные лавочки установлены вдоль дорожек, выходящих из центра в разные стороны, словно лучи солнца. Для освещения сквера установлены фонари в форме устремленных ввысь стержней. Выполнена декоративная подсветка деревьев и кустарников. Также заасфальтирован прилегающий к скверу проезд, посажены декоративные деревья и кустарники.

Городской ландшафт можно рассматривать как социальное пространство, в котором городское сообщество реализует свои потребности в отдыхе, общении, здоровье и восприятии природы. Ландшафтный дизайн (ландшафтная архитектура)- метод преобразования городского ландшафта под потребности человека.

В официальных документах и справочниках дается следующее определение. Ландшафтный дизайн, ландшафтная архитектура — пространственный вид искусства, находящийся на стыке трёх направлений: с одной стороны – архитектуры, строительства и проектирования (инженерный аспект); с другой стороны – ботаники и растениеводства (биологический аспект); и с третьей стороны – в ландшафтном дизайне используются сведения из истории культуры и философии. Кроме того, ландшафтным дизайном называют практические действия по озеленению и благоустройству территорий [2].

В центре Алексина ведутся активные строительные работы. Проект стал победителем всероссийского конкурса "Формирование комфортной городской среды в малых городах и исторических поселениях". Он будет построен на площади перед культурным центром имени Бондаря. Он будет представлять собой многоуровневое общественное пространство.

Прогулочная зона вокруг культурного центра будет воплощать главную идею благоустройства среды - "путешествие по реке времени".Что особенно важно, так как здесь проходят основные праздники и массовые гуляния жителей [1].

В нынешнем году наибольшую поддержку алексинцев во время рейтингового голосования получил сквер «Подкова» в микрорайоне Шахтерский. Дизайн-проект его благоустройства уже готов, и он предполагает кардинальное обновление общественного пространства, которое станет современным и уютным. Что особенно приятно, если

учесть, что оно находится на въезде в Алексин и фактически формирует первое впечатление гостей о нашем городе.

В условиях меняющегося климата и индустриализации экологичный ландшафтный дизайн становится все более популярным в больших городах и мегаполисах [3]. В 2023 году использование экологически чистых элементов и технологий стало скорее нормой, чем трендом. Все чаще можно встретить системы сбора дождевой воды и так называемые дождевые сады, в основе которых - специальные многослойные ландшафты. Для их создания выбирают смесь из местных растений, деревьев и кустарников с глубокой корневой системой, которая способствует медленному поглощению воды и обеспечивает ее естественную фильтрацию.

В условиях динамичного развития крупных городов общественное пространство становится важным объектом для формирования зон экологического развития. Современные общественные пространства различаются по функциям и масштабам, охватывая как открытую городскую среду, так и внутренние помещения закрытых общественных центров. [4].

Исследования свидетельствуют о том, что наличие и качество общественных пространств, а также возможность взаимодействия и активности граждан в этих пространствах способствуют психологическому благополучию, социальной активности и физической активности жителей. Создание и развитие новых привлекательных для жителей пространств оказывает положительное влияние на улучшение пространственного и социального качества среды.

Создание эффективной обратной связи с жителями - одна из основных задач федерального проекта "Формирование комфортной городской среды", который является частью национального проекта "Жилье и городская среда". Цель - вовлечь жителей в процесс градостроительства таким образом, чтобы активность населения составляла не менее 30%.

Национальный проект "Жилье и городская среда" был запущен в 2018 году по инициативе Президента РФ Владимира Путина.

Проект призван сконцентрировать и направить усилия на повышение комфортности проживания граждан России, преобразование городского ландшафта, повышение индекса качества городской среды и обеспечение равных возможностей для жизни, работы и активного отдыха людей всех возрастов [1].

По словам главы администрации Алексина Павла Федорова, в благоустройство территорий дворов на 2023 год включены работы по ремонту асфальтового покрытия проездов автотранспорта, сущест-

вующих парковочных карманов, подходов в подъезды, замена бордюрного камня, установка скамеек и урн возле подъездов. За последние пять лет по проекту в Алексине уже отремонтировано 147 дворов.

10 сентября подрядчик завершил работы по нанесению резинового покрытия на спортивную площадку в парке "Жалка". Осталось залить бетонный фундамент под площадку для настольного тенниса и благоустроить территорию вокруг новых спортивных сооружений. На новом фундаменте с резиновым покрытием будут установлены 15 современных тренажеров. Это позволит проводить время в парке всей семьей. Любители настольного тенниса также получат специальную спортивную площадку.

На детско-спортивной площадке в деревне Егнышевка Алексинского района в настоящее время подходят к завершению ремонтные работы. Уложено безопасное покрытие из резиновой крошки, установлены спортивные и игровые элементы. Вместе с тем в ближайших селах и деревнях были щебнем отсыпаны дороги к населенным пунктам, а также заасфальтированы дороги.

Важным компонентом благоустройства городской среды является создание форумов для общения местных жителей с представителями власти. На таких форумах можно получить информацию о текущих работах по благоустройству, а также высказать свое мнение и обсудить планируемые проекты.

Если власти будут лучше знать вкусы своих жителей, они смогут проектировать городские пространства, действительно способствующие проведению досуга. Такая городская среда станет новой точкой роста города и катализатором развития. Новые формы общественных пространств не только украшают города, но и создают новую культурную и социальную жизнь для местных жителей и генерируют новые экономические возможности [3].

Важной составляющей вовлечения граждан в этот процесс является также информирование о планируемых изменениях и улучшениях городской среды.При этом необходима рекламная кампания в различных средствах массовой информации, социальных сетях и инфраструктуре города (вывески, городские порталы и т.д.). Благодаря этому все горожане могут ощутить свою причастность к процессу построения комфортной городской среды.

Индивидуальность городских территорий достигается за счет растительности. Клумбы, кустарники и деревья вносят разнообразие и эстетическое удовлетворение в городские территории и вносят положительный вклад в художественную выразительность города.

Обеспечение нормальных условий произрастания деревьев в городских переходных зонах предполагает также защиту их корневых систем от защемляющего воздействия пешеходов, что может быть достигнуто применением другого решения, обладающего способностью удерживать влагу в почвенном слое и снижать инфильтрацию солей в почву.

Привлекательность композиции городских открытых пространств во многом зависит от разнообразия видового состава древесной растительности, но в то же время учет экологических факторов является одним из основных критериев выбора конкретных видов для озеленения в каждом конкретном случае. Мониторинг зеленых насаждений мегаполисов показывает, что различные виды растений обладают избирательной устойчивостью к воздействию факторов окружающей среды [1].

Изменение климата в результате глобального потепления становится все более выраженным: летние волны жары становятся более продолжительными.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в настоящее время 99% населения Земли дышит воздухом с высоким содержанием загрязняющих веществ. Это приводит к развитию аллергических реакций и многих других заболеваний.

Учитывая эти риски, государственные чиновники пришли к выводу о важности продуманного озеленения и совместно с архитекторами и застройщиками решают различные проблемы [4].

Специалисты предлагают различные подходы к созданию более экологичного природного ландшафта. Например, использование в ландшафтном дизайне местных растений. Местные растения поддерживают существующие экосистемы и биоразнообразие, а также лучше адаптированы к климату. Интродуцированные виды растений могут быть пригодны для декоративного использования, но они могут быть и инвазивными, то есть ухудшать состояние территорий и приводить к исчезновению местных видов.

Еще одна тенденция в современных городских ландшафтах - сокращение площади, пригодной для скашивания на "идеальных" газонах, в пользу луговых. В отличие от газонов, смешанные луга не требуют сложного ухода, такого как полив и удаление листьев, а также способствуют сохранению биологического разнообразия, включая растения и животных, занесенных в Красную книгу.

В последние годы летние ливни становятся все более серьезной проблемой в странах с умеренным климатом. Интенсивность осадков растет, а их количество в единицу времени увеличивается. Городские

дренажные системы устроены таким образом, что ливневые стоки не справляются с огромным объемом воды. В результате городские районы подвержены наводнениям.

При проектировании новых зданий рассматривается ветровая нагрузка, которая представляет собой сопротивление конструкции ветровым нагрузкам. Однако ветровой поток и его воздействие редко моделируются и на территории некомфортно находиться. Методами благоустройства с этой проблемой справиться сложнее, но некоторые способы есть. Основная задача — разбить ветровой поток. С этим поможет частично справиться использование ветрозащитного озеленения: растения с проницаемой кроной.

Библиографический список

1. *Вагизов А. Озеленение и благоустройство [Электронный ресурс] / А. Вагизов. – Режим доступа: htpp: www.nsk.kp.ru/ (дата обращения 01.10.2023).*
2. *Егоров В. Озеленение и благоустройство города [Электронный ресурс] / В. Егоров. – Режим доступа: htpp: // www.mpress.ru/actual.aspx (дата обращения 03.10.2023).*
3. *Короленко, А.Р. Механизмы реорганизации индустриальных зон крупнейших российских городов [Электронный ресурс]: дис. канд. экон. Наук: 08.00.05 // Научная библиотека диссертаций и авторефератов Режим доступа: htpp: // www. disserCat. (дата обращения 01.10.2023).*
4. *Уваров, Б. Планировка и благоустройства городов [Электронный ресурс] / Б. Уваров. – Режим доступа: http://www.eduref.ru (дата обращения 02.10.2023).*

ЭНЕРГЕТИКА, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

УДК

УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕХОДНЫМИ РЕЖИМАМИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ НА БАЗЕ МНОГУРОВНЕВОЙ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ НА СОВРЕМЕННОМ УРОВНЕ

Касобов Л.С., Давлатшоев Д.Д.
Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими, г. Душанбе Таджикистан

Приведены результаты моделирования режимов работы в примере энергосистемы Таджикистана. Показано сравнение результатов вычислительного эксперимента, полученных по программе MUSTANG и полученных из аналитических областей устойчивости.

Сложная электроэнергетическая система Таджикистана рассматривалась как двух - и трехмашинная эквивалентная электроэнергетическая система для получения областей устойчивости. Для эквивалентной схемы была получена матрица собственных и взаимных проводимостей ЭДС генераторов. Определены погрешности для нормального и послеаварийного режима.

Приведены расчетные осциллограммы переходных процессов при возмущении на линии электропередачи 500 кВ «Юг-Север». Предложен алгоритм управления и схема четырехуровневой иерархической системы противоаварийного управления для предотвращения нарушений устойчивости в темпе процесса и оценки запасов статической устойчивости в режиме реального времени, для развивающейся энергосистемы с учётом

ввода новых мощностей, составляющих не менее 60 % от установленной мощности энергосистемы Таджикистана.

Ключевые слова: устойчивость, режим, алгоритм, системы противоаварийная автоматика.

Введение

Одна из важнейших задач электроэнергетики – обеспечение устойчивости параллельной работы электростанций и электроэнергетических систем. Катастрофические аварии, которые происходили в США, Канаде, Италии, Швеции, Англии, России, Таджикистане и других странах в 2003-2016 годах показали, что развитие структуры электроэнергетических систем опережает возможности средств предотвращения нарушений устойчивости и обеспечения живучести энергосистем.

Планами развития энергетики Таджикистана предусмотрено масштабное строительство крупных и малых ГЭС совместно с сооружением новых линий электропередачи (ЛЭП). При развитии энергосистемы ставится задача доведения выработки электроэнергии в 2025 году до 30 млрд. кВт-часов, и экспорта в страны ближнего и дальнего зарубежья 7-10 млрд. кВт-часов в год. С введением этих проектов энергосистема будет трансформирована и транзит электроэнергии, в больших объёмах, будет поставлять в страны: Афганистан, Иран, Пакистан, Китай, Киргизия, Казахстан, и юг России. Рост генерирующей мощности и протяжённости сетей приведёт к сложности и многомерности системы, что потребует от противоаварийного управления сохранять устойчивость энергосистемы при авариях в сетях 220 - 500 кВ. На рис.1 и 2 представлена перспективная схема энергосистемы Таджикистана сетей 220-500 кВ (сооружаемые линии по проекту CASA-1000).

В процессе развития генерации и параллельной работы ЭЭС Таджикистана с вышесказанные страны усложняется энергосистема и функции персонала. При этом задача сохранения устойчивости параллельной работы электрических станций является частью более общей проблемы обеспечения надежности функционирования ЭЭС, решение которой достигается различными способами, в том числе и применением всех видов противоаварийной автоматики.

Актуальность и постановка задачи

В связи с этим актуальным является исследование статических и динамических свойств энергосистемы Таджикистана с построения современной системы противоаварийного управления ЭЭС и управления ими в режиме реального времени в связи с внедрением проекта CASA-1000 и включением Рогунской ГЭС.

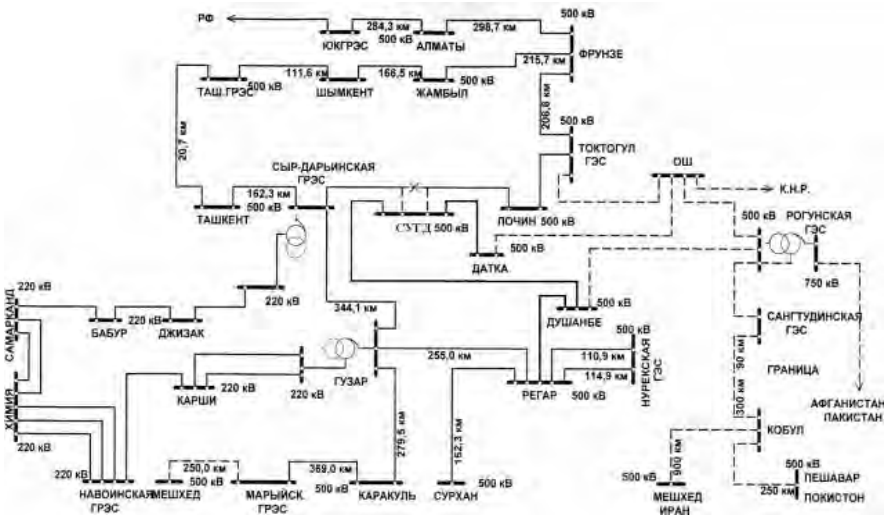


Рис.1. Выдачи мощности Рогунской ГЭС

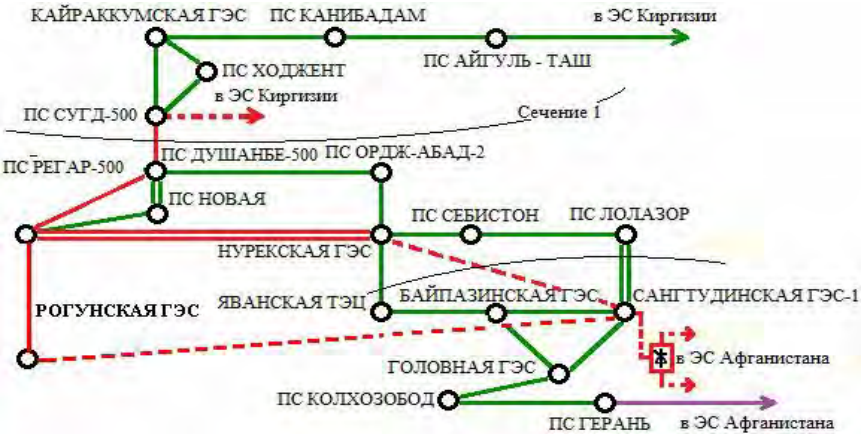


Рис.2. Схема энергосистемы Таджикистана и контролируемые сечения

Анализ статической и динамической устойчивости

С целью анализа ограничениями по статической устойчивости и определения мер для обеспечения динамической устойчивости в работе расчеты статической и динамической устойчивости производились на основе данных, взятых из оперативно-информационного комплекса

отдела АСУ энергокомпании Республики Таджикистана по программе *MUSTANG*.

Также сложная ЭЭС Таджикистана рассматривалась как двух - и трехмашинная эквивалентная ЭЭС для получения областей устойчивости. Эквивалентирование производилось с помощью программы *TKZ* 3000. Для эквивалентной схемы была получена матрица собственных и взаимных проводимостей (СВП) ЭДС генераторов. Область устойчивости определялась из условий максимума и минимума мощностей в узлах 1,2 (P1, P2) в координатах $\delta_1 = f(\delta_2)$ при $\delta_3 = 0$, а затем в координатах P1=f(P2). Все параметры эквивалентной схемы были приведены к напряжению 500 кВ. Определение областей устойчивости производилось по специально составленной программе в *Mathcad*.

Ниже приведены результаты моделирования областей устойчивости ЭЭС Таджикистана при ее 3-х узловом представлении для рис.1. В состав каждого эквивалентного узла входят как генераторы, так и электропотребители.

Для выборочных точек областей устойчивости проводилась проверка соответствия результатов определения предельных мощностей, получаемых методом утяжеления режима по программе *MUSTANG WIN* с результатами, полученными из аналитических областей

Таблица 1

Сравнение предельных мощностей, полученных по программе *MUSTANG* и из аналитических областей устойчивости

Режим	Аналитический метод		*MUSTANG WIN*.	
	$P_г$, МВт, P1	$P_н$, МВт P2	$P_г$, МВт, P1	$P_н$, МВт, P2
Нормальный	3350	720	3268	720
После аварийный	2450	720	2380	720

Погрешность для нормального режима составила 2,5 % и для послеаварийного режима 2,85 %.

Из представленных в таблице результатов следует, что при предельной допустимой загрузке сети по условиям статической устойчивости режима не обеспечивается динамическая устойчивость без применения средств противоаварийной автоматики. Противоаварийная автоматика (ПА) также необходима для обеспечения статической устойчивости послеаварийного режима [2].

Алгоритмы ПА

При возмущении в системе после анализа аварийной ситуации возникает задача управления переходным процессом энергосистемы (ЭС) для перевода ее к устойчивому послеаварийному режиму. При этом необходимо учитывать технические ограничения, имеющиеся у каждого объекта и его элементов, а также ресурсы, управляющего воздействия (УВ).

Цель противоаварийного управления (ПАУ) функционирующей энергосистемой в общем случае – повышение надежности энергоснабжения потребителей. Однако в каждом из возможных режимов работы системы цель эта может сужаться и принимать частные формы. Так, например, целью управления нормальными режимами может быть снижение потерь электроэнергии, расхода топлива, обеспечение заданного коэффициента запаса статической устойчивости. Цель управления переходными режимами – сохранение динамической устойчивости перехода от аварийного режима к выбранному послеаварийному. В каждом из этих режимов могут использоваться свои УВ: в первом случае – перераспределение нагрузки между станциями, изменение коэффициентов трансформации и др., во втором – отключение генераторов и нагрузок, разгрузка турбин, форсировка возбуждения, электрическое торможение и т. п.

Повышение эффективности противоаварийного управления, может быть, достигнут путём построения многоуровневой иерархической системы противоаварийной автоматики. Устройства управления нижнего уровня в такой системе подчиняются устройству следующего более высокого уровня, которое вместе с другими устройствами того же уровня, подчиняются еще более высокому уровню и т.д.

Противоаварийное управление строится по принципу эшелонированной системы обороны, на каждом рубеже которой используются определенные средства управления для прекращения или ослабления неблагоприятного развития аварийного процесса и обеспечения перехода к установившемуся (квазиустановившемуся) режиму.

На первом рубеже используется наиболее быстродействующие средства (релейная защита, регулирование возбуждения и др.) для максимального ослабления аварийного возмущения путем сокращения длительности к.з., форсировки возбуждения генераторов и т.п.

1. На втором рубеже используется комплекс средств, направленных, прежде всего, на сохранение устойчивости параллельной работы (предотвращение асинхронного хода).

2. На третьем рубеже решается задача прекращения асинхронного хода разделением энергосистемы, либо осуществлением ресин-

хронизации. Тем самым обеспечивается локализация развития аварийного процесса в случае нарушения устойчивости.

3. На четвертом рубеже решается задача предотвращения лавины частоты в отделившихся дефицитных частях энергосистемы, главным образом за счет АЧР, с привлечением некоторых других средств (АВР, ФМТ).

Наконец, на последнем рубеже в случае дальнейшего развития аварийного процесса применяется частотное деление энергосистемы для сохранения в работе, хотя бы отдельных энергоблоков с выделенной нагрузкой. Катастрофические аварии, которые, происходили в республики Таджикистан (2009 - 2016 гг.) и в ряде других стран показала, что основными причинами возникновения этих аварий можно считать: ложная работа микропроцессорных устройств или отсутствие таковых, предотвращающих развитие аварии и отключение неповрежденных элементов энергосистемы; отсутствие или неэффективная работа автоматики, обеспечивающей устойчивость станций и их «живучесть»; неправильные действия диспетчерских служб.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что для предотвращения крупных аварий в энергосистеме необходима многоуровневая современная и эффективная система противоаварийной автоматики.

На рис. 3 приведена предлагаемая структурная схема четырехуровневой иерархической системы противоаварийного управления для энергосистемы Таджикистана со следующими обозначениями [3,4]:

КСПУ – координирующая система противоаварийного управления всей энергосистемы страны; ЦСПА – централизованная система противоаварийной автоматики; МСС – межсистемная связь; ЦУ – централизованное устройство с ограниченным районом управления, Л – локальное устройство.

Стрелками указаны направления информационных потоков мощности и управляющих команд.

На высшем (первом) уровне иерархии осуществляется координация устройств ПА второго уровня, а также могут непосредственно формироваться сигналы управления некоторыми объектами общесистемного значения с целью обеспечения устойчивости межсистемных связей между энергосистемами.

На втором уровне находятся ЦСПА, осуществляющие управление с целью обеспечения устойчивости основных связей в своем районе управления. Например, в ЭС, а иногда и межсистемных связей с соседними ЭС и использующие как собственные средства управления, так и те, которыми располагают два низших уровня. Система противоаварийной автоматики, предназначенная для обеспечения устойчивой

работы энергосистем и предотвращения переходных режимов, режимов перегрузки и колебания напряжения. Также это система предназначена для управления устойчивостью работы энергосистем, и включает в себе возможность отключения генераторов, отключение нагрузки, деление энергосистемы и регулирование энергосистемы. Результаты расчетов выполненных в виде алгоритма, запоминаются в ПТК в виде многомерных таблиц [3].

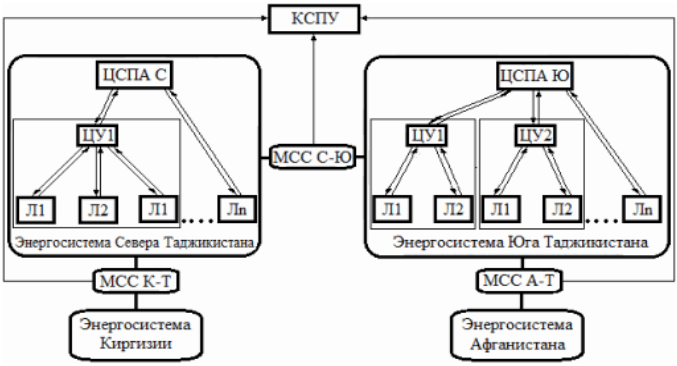


Рис.3. Структурная схема четырехуровневой иерархической системы противоаварийного управления для энергосистемы Таджикистана

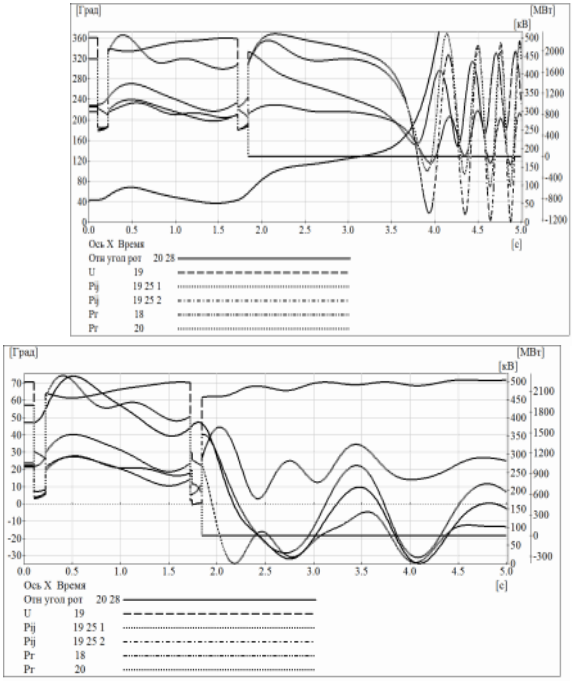
На рис. 4 приведены расчетные осциллограммы переходных процессов при возмущении на ЛЭП 500 кВ «Юг-Север», которые проводились по программе «Mustang». Реализация УВ выполнялся на отключение генерации.

На следующем (третьем) уровне находятся централизованные устройства, каждое из которых охватывает сравнительно небольшой район управления. При выделении энергорайонов важной задачей является сохранение работоспособности станции, путем выделения мощности электростанций на сбалансированную нагрузку, прилегающего района или на собственные нужды.

На рис.1 показано деление энергосистемы Таджикистана на три части, конфигурация внутренней сети каждой из выделенных ЭС позволяет осуществить оптимальное выделение станций с точки зрения текущего баланса мощности в выделяемом районе. Задача реализуется на базе ПТК, устанавливаемых на каждой ГЭС.

Основными функциями комплекса являются: контроль над внутренней схемой сети ГЭС, числом работающих генераторов, сетью прилегающего района; контроль величины мощности генерирующих

источников, собственных нужд, тупиковых и транзитных линий и расчет перетоков и баланса мощностей по аварийным сечениям – сечения 1, 2; расчет и выдача УВ на оптимальное выделение ГЭС при снижении частоты; расчет и выдача УВ (ОН, ОГ) на балансировку в аварийном сечении, образовавшимся при выделении ГЭС на изолированную работу; групповое регулирование активной мощности.



а) б)

Рис. 4. Расчетные осциллограммы переходного процесса при однофазном КЗ с успешным АПВ при P_0 = 2800 МВт, при однофазном КЗ с неуспешным АПВ, P_0 = 2720 МВт, при двухфазном КЗ с успешным АПВ, P_0 = 2770 МВт с нарушением динамической устойчивости (в отсутствии регулирования турбин) (а); с ОГ для предотвращения нарушения динамической устойчивости, Рпр = 3000 МВт (б).

Эффективность алгоритма управления во многом зависит от выбора контролируемых параметров (мощности, частоты, напряжения, тока, небаланса мощности) режима объекта управления.

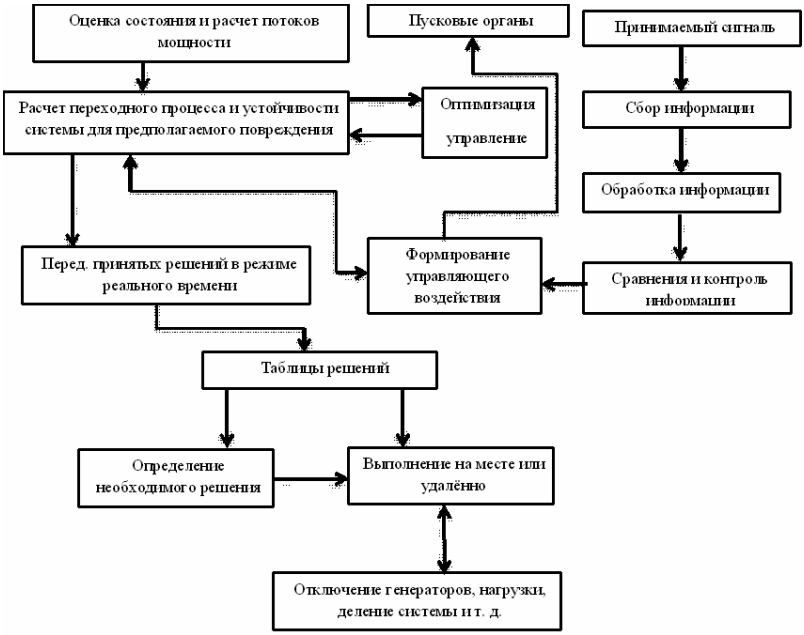


Рис. 5. Алгоритм ПАУ

Выводы

Предложенная системы ПА основана на базе современной микропроцессорной аппаратуры, позволяет интегрировать её в любые информационные системы, (АСУ, СКАДА и т.п.). Обеспечив быстрый доступ к текущей и аварийной информации устройств со всех уровней диспетчерского управления и информационный обмен между отдельными уровнями и устройствами ПА.

Целесообразно ОГ запускать с предварительными параметрами в период воздействия возмущения (первый этап управления), а дооптимизацию параметров ОГ производить после снятия возмущающего воздействия (второй этап управления).

Управляющие воздействия в качестве ОГ достаточны для сохранения устойчивости ЭС при любых аварийных возмущениях.

Библиографический список:

1. Фишов А.Г., Касобов Л.С. Постановка задачи управления переходными режимами для обеспечения устойчивости Нурекской ГЭС путем отключения генераторов // Изв. Томского политехнического университета. Энергетика. Вып. № 4. Том 315/2009. С. 46-51.

2. Касобов Л.С. Предотвращение нарушения устойчивости режима энергосистемы с преобладанием гидрогенерации (на примере энергосистемы Таджикистана): дис….канд.тех.наук: 05.14.02 / НГТУ. Новосибирск, 2009. 178 с.

3. Касобов Л.С., Таштабанов Д.Ф., Иноятов М.Б. Необходимость создания многоуровневой противоаварийной автоматики на базе современных цифровых технологий // Вестник Таджикского технического университета, № 2(18). – Душанбе. «Шинос», 2012. С. 38 – 43.

4. В.М. Лопухов, В.В. Кандалинцев, И.Ш. Фардиев, Ю.В. Щелоков Система противоаварийной автоматики крупного промышленного энергорайона на базе современных цифровых технологий // Релейная защита и автоматика современных энергосистем. Чебоксария, сентябрь, 9-13, 2007.

5. Иофьев Б. И., Семенов В. А. Структуры противоаварийной автоматики крупной электроэнергетической системы // Энергетик. 2005. 3, 5.

УДК 338.2

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА В КОНТЕКСТЕ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Фадеева И.М., Камдин А.Н.

Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права в научно-технической сфере, г. Москва, Россия

Статья посвящена анализу факторов и направлений развития рынка энергетики России с учетом требований экологической повестки, с одной стороны, и необходимости повышения уровня социально-экономического развития страны, с другой. Рассмотрены проекты, направленные на реализацию низкоуглеродного сценария развития энергетического сектора России. Сделан прогноз развития различных направлений энергетики с использованием эколого-экономического подхода.

Ключевые слова: энергетика, климатическая повестка, возобновляемые источники энергии, энергопереход, атомная энергетика, федеральная целевая программа, комплексная научно-техническая программа (проект), важнейший инновационный проект государственного значения, водородная энергетика, низкоуглеродное развитие.

В настоящее время энергетический рынок России, как и мировой, стоит перед выбором путей дальнейшего развития. Данный выбор формируется под влиянием ряда факторов:

– озабоченность мирового сообщества проблемами окружающей среды; осознание исчерпаемости природных ресурсов; интерес к климатической повестке; расширение проектов в сфере «зеленой» энергетики и «зеленой» экономики;

– рост потребления энергии, связанный с увеличением населения; поиск альтернативных вариантов генерации и хранения энергии;

– необходимость поддержания экономического роста в целях повышения уровня жизни населения.

Климатическая повестка в настоящее время достаточно актуальна, мировое сообщество пытается совместно решать экологические проблемы и не допускать появления новых, которые могут обернуться более тяжелыми последствиями для человечества. В этих целях была принята Рамочная конвенция ООН [1] и Парижское соглашение [2] по климату, участниками которых стали более 190 стран. Главная задача данных международных соглашений – улучшение экологической ситуации на Земле, в том числе за счет снижения уровня парниковых газов, объем которых связывается с выбросами углекислого газа в атмосферу.

Говоря о выбросах углекислого газа, выделяют ключевые сектора экономики [3], связанные с его появлением в атмосфере:

– энергетический комплекс (выбросы при добыче природных ресурсов, первичной переработке, транспортировке и использовании природного топлива (нефти, природного и нефтяного попутных газов, угля, торфа и др.), а также продуктов его переработки; несовершенные технологии в альтернативных направлениях энергетики и др.); доля выбросов составляет более 75%;

– промышленность (выбросы от производства минеральной продукции, химической промышленности, металлургии, использования растворителей и неэнергетических продуктов из топлива, электронной промышленности, использования фторированных заменителей озоноразрушающих веществ; технологическое устаревание оборудования; игнорирование установки очистных сооружений, которые приводят к неконтролируемым выбросам вредных веществ, в том числе углекислого газа, и др.); доля выбросов составляет более 10%.

Выбросы от транспорта учитываются по категориям источников (например, энергетика, сельское хозяйство и т.п.). В структуре источников выбросы от транспортных средств достаточно высоки, например, в энергетической отрасли на выбросы транспорта приходится более 17%. Одной из причин является применение двигателей

внутреннего сгорания, в процессе работы которых отработанные вредные вещества попадают в окружающую среду.

Энергетический комплекс играет важнейшую роль в хозяйственной системе России, обеспечивая потребности в энергии как в отношении хозяйствующих субъектов, так и в отношении населения. Как и в целом в экономике, в энергетическом комплексе ощущается нехватка финансовых ресурсов, отмечается изношенность используемых зданий, сооружений, сетей и оборудования, требующих либо модернизации и ремонта, либо ввода в эксплуатацию новых объектов взамен старых. В этой связи возникает вопрос: следует ли заниматься обновлением базы основных средств в соответствии с углеводородной моделью развития энергетики либо сосредоточить внимание на новых, альтернативных источниках энергии (в частности, на получении энергии на основе возобновляемых источников (далее – ВИЭ), развитии водородной энергетики или энергетики на основе биомассы)?

В принятой в 2016 году Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации с горизонтом планирования до 2035 года обозначены большие вызовы с точки зрения научно-технологического развития Российской Федерации и поставлена задача изменения глобальных и локальных энергетических систем, энерговооруженности экономики, наращивания объема выработки и сохранения энергии, ее передачи и использования, а в качестве приоритета научно-технологического развития определено направление, которое позволит получить научные и научно-технические результаты, создать технологии, являющиеся основой инновационного развития, устойчивого положения России на внешнем рынке. Данный приоритет заключается в переходе к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышении эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формировании новых источников, способов транспортировки и хранения энергии [4]. В дальнейшем была принята Стратегия социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года [5]. Несмотря на в целом правильный подход в направлении экологического развития, некоторые положения последней стратегии в условиях современных реалий, на наш взгляд, требуют своей корректировки. Так, специалисты Института энергетических исследований РАН, изучая проблемы энергетики в России, показали на результатах сценарных исследований высокую стоимость перехода энергетики России к низкоуглеродному развитию [6], что дает основание все принимаемые на государственном уровне решения по низкоуглеродному развитию страны, с одной стороны, проводить эволюционным путем, не трансформируя резко

устойчиво работающие сектора экономики в угоду политической конъюнктуре, с другой стороны – необходимо уточнять отдельные положения внутригосударственных документов с учетом текущей ситуации и реальных возможностей страны.

Существуют различные точки зрения на проблемы и перспективы развития энергетического сектора в России.

1) Исходя из текущих реалий, некоторые эксперты считают, что рынок альтернативной энергетики на данный момент в России не особо актуален, основное внимание нужно по-прежнему уделять рынку углеводородов, поскольку технологически данный сегмент сейчас находится на пике развития, обеспечивая рынки (как внутренний, так и внешние) достаточным объемом энергетических ресурсов по приемлемым ценам. И.И. Сечин, выступая на панельной энергетической дискуссии в рамках XXVI Петербургского международного экономического форума – 2023 отметил [7], что изменение климата – объективный процесс и нельзя напрямую связывать загрязнение атмосферы исключительно с влиянием углеводородов. Развитие рынков альтернативной энергетики идет не так быстро, как это прогнозировалось ранее, сталкивается со множеством проблем как технологического, так и организационного характера. Кроме того, исключительно с экономической точки зрения, энергопереход на ВИЭ потребует значительных капитальных вложений, что станет препятствием к развитию данного сектора в разных странах, прежде всего, в развивающихся. Компании отказываются от ранее запланированных крупных проектов в области альтернативной энергетики и демонстрируют возврат к классической модели энергетики с использованием нефти, газа и даже угольных месторождений.

2) Устойчивое развитие атомной (ядерной) энергетики сдерживается риском возможных экологических последствий и человеческих жертв при возникновении аварийной ситуации по типу Чернобыльской АЭС (СССР), АЭС Фукусима (Япония). Ряд экспертов говорят о необходимости дальнейшего совершенствования технологий в атомной энергетике, что практически исключает риск аварийности, в связи с чем данный сектор энергетической системы должен играть все более важную роль в обеспечении энергией хозяйствующих субъектов и населения. При этом высказывается мнение [8], что повышение конкурентоспособности России может осуществляться за счет дальнейшего развития международных проектов в ядерной энергетике с участием ГК «Росатом», что не только сделает доступным энергетический рынок в России, но и принесет экономические выгоды от реализации инвестиционных проектов.

3) Несмотря на то, что в Российской Федерации приняты стратегические документы по низкоуглеродному развитию, по развитию водородной энергетики, альтернативная энергетика (в том числе на базе ВИЭ) пока развивается в качестве пилотных проектов. В этом отношении действуют два основных сдерживающих фактора:

– начальный этап в развитии технологической базы для альтернативных способов производства, хранения и передачи энергии;

– высокая себестоимость энергии, получаемой при замене углеводородов на другие виды ресурсов.

4) Как уже отмечалось, энергопереход к использованию ВИЭ взамен традиционных источников связан со значительными вложениями финансовых средств. Это может вызвать негативные социально-экономические риски из-за удорожания энергоносителей, что в дальнейшем приведет к увеличению нагрузки на основных потребителей энергии (предприятия и население) в форме повышения тарифов на электроэнергию. Поскольку расходы на электроэнергию присутствуют в стоимости товаров, работ и услуг, это вызовет дополнительную инфляционную нагрузку, рост цен.

Задача достижения технологического суверенитета остается ключевой в контексте научно-технологического развития Российской Федерации. Поскольку вследствие изменившейся геополитической ситуации доступ к технологиям во многих сферах для России существенно сокращен или закрыт, на первый план выходит разработка технических средств и технологических инструментов, которые базируются на результатах фундаментальных исследований и прикладных разработок, проводимых отечественными учеными.

В Российской Федерации применяются различные меры поддержки научно-технологического развития и активизации прикладных исследований. Одним из таких инструментов выступала Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2021 годы» (далее – ФЦП ИиР 14-21), в рамках которой проводились исследования по приоритету 20б «Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии» Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (далее – приоритет 20б Стратегии НТР РФ). Анализ проектов по приоритету 20б, который был проведен на основе данных ЕГИСУ НИОКТР и приведен в источнике [9], показал следующие результаты.

1) По тематике исследований, которая идентифицировалась по видам энергетики, преобладающими являлись проекты в области возобновляемых источников энергии (ВИЭ) (9,6%), ядерной (атомной) энергетики (9,6%), альтернативной энергетики (9,3%), углеводородной энергетике (8,2%), реже – в области водородной энергетики (1,9%). Следует обратить внимание, что научные исследования по углеводородной и ядерной тематике в традиционных секторах энергетики России продолжают оставаться в тренде. Поскольку на данный момент в приоритете государственной политики остается переход к низкоуглеродной энергетике, то важны исследования и технологии в секторах ВИЭ и альтернативной энергетики, которые в стратегической перспективе должны стать более привлекательны по себестоимости конечных продуктов, встроиться в деятельность хозяйствующих субъектов и в быт домохозяйств на принципах энергоэффективности, доступности и экологической направленности.

2) Исследователи по приоритету 20б Стратегии НТР РФ в рамках ФЦП ИиР 14-21 активно занимались вопросами энергоэффективности (14,1%), инновационными технологиями (11,9%), подготовкой и внедрением автоматизированных систем управления и технологического процесса в энергетическом секторе (9,9%), созданием новых материалов и комплектующих, проблемами производства энергии (12,2%), совершенствованием механизмов хранения (13,8), передачи (8,8%) и потребления энергии (2,7%). Энергоэффективность является ключевым трендом проектов в экономическом плане; новые материалы, технологии, системы управления – важны с точки зрения достижения технологического суверенитета России.

В последние два-три года характер мер финансовой поддержки изменился и перешел с ФЦП на комплексные научно-технические программы (проекты) полного инновационного цикла (далее – КНТП), которые рассматриваются как один из механизмов достижения результатов научно-технологического развития РФ и включают все этапы полного инновационного цикла – от получения новых фундаментальных знаний до их практического использования, создания технологий, продуктов, услуг и их выхода на рынок [10]. В рамках реализации приоритета 20б Стратегии НТР РФ приняты следующие КНТП (табл. 1).

Принятые КНТП направлены на реализацию мероприятий в секторах угольного бассейна Кузбасса и нефтехимии. Таким образом, можно констатировать важность в контексте государственной политики поворот к научным исследованиям в традиционных углеводородных секторах энергетики в целях создания эффективных технологий,

товаров и продуктов, снижения отрицательного воздействия на окружающую среду.

Таблица 1

КНТП (программы и проекты), реализуемые в рамках приоритета 20б Стратегии НТР РФ

Название КНТП (программа и проект)	Срок реализации	Объем финансирования	Ответственный исполнитель
КНТП (программа) «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» (КНТП «Чистый уголь-зеленый Кузбасс») [11]	2022-2026 гг.	3 594,9 млн руб.	Минэнерго России
КНТП (проект) «Создание экологически безопасных промышленных производств базовых высокотехнологических химических продуктов для автомобильной, строительной, медицинской и пищевой промышленности из углеводородного сырья на основе инновационных отечественных научных разработок» «Нефтехимический кластер» [12]	2022-2027 гг.	5 080 млн руб.	Минпромторг России

Несомненно, в Российской Федерации ведется контроль за выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, а также развития альтернативных источников производства и потребления энергии в энергетическом секторе, на промышленных предприятиях, в транспортной сфере. Подтверждением выступает принятие и согласование на уровне Правительства РФ важнейших инновационных проектов государственного значения (далее – ВИП ГЗ):

– ВИП ГЗ «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» (принят) [13];

– ВИП ГЗ «Низкоуглеродная энергетика полного жизненного цикла с использованием новых отечественных наукоемких решений и технологий» (проект Распоряжения Правительства РФ разработан, проходит процесс согласования с федеральными органами исполнительной власти).

ВИП ГЗ на современном этапе развития выступает важнейшим инструментом реализации стратегических инициатив Президента РФ в сфере научно-технологического развития Российской Федерации, осуществления научно-технологического прорыва. В контексте инициатив Президента Российской Федерации ВИП ГЗ находятся в приоритете над другими инструментами НТП, в частности, ФНТП.

Выделим несколько проектов, реализуемых в настоящее время на территории Российской Федерации, которые одновременно актуальны в сфере энергетической, экологической и экономической повестки, некоторые из них имеют инновационный характер, способствуют достижению Россией технологического суверенитета.

Сахалинская область – пилотный регион в России, в котором проводится эксперимент по установлению углеродного баланса выбросов и поглощений парниковых газов, осуществляется апробация механизма квотирования выбросов парниковых газов [14]. Цель эксперимента – достижение углеродной нейтральности на территории субъекта Российской Федерации. Эксперимент стартовал 1 сентября 2022 года, планируется его проведение до 31 декабря 2028 года. Первая углеродная отчетность будет представлена компаниями в 2023 году, а квоты установлены с 2024 года. Лимиты устанавливаются для каждой регулируемой организации, которая выбрасывает от 20 тыс. тонн CO_2-экв. в год. За превышение квоты взимается плата, однако, если квота не исчерпана, то компания может выпустить на остаток углеродные единицы для продажи их на рынке. Для достижения углеродно-нейтральной экономики Сахалинской области в период эксперимента необходимо отработать технологии сокращения выбросов и повышения поглощающей способности экосистем. В регионе уже действуют электростанции, использующие энергию ветра, воды и геотермальных источников, проводится полная газификация и отказ от угольной генерации, перевод транспорта на эко-топливо и электротягу, внедряются меры повышения энергоэффективности и сбережения, реализуются мероприятия в лесном секторе, сельском хозяйстве, в сфере твердых коммунальных отходов.

Москва считается ведущим инновационно-производственным кластером в России, где реализуется ряд крупных проектов. Большое влияние на загрязнение окружающей среды и создание совокупного

углеродного следа в мегаполисе имеет транспортная система. Основная проблема развития транспорта – применение двигателей внутреннего сгорания. В этом отношении опыт Москвы по использованию муниципальных электробусов – транспортных средств автобусного типа с электрическим приводом в качестве выработки энергетических потоков для пассажирских перевозок является инновационным и показательным для других субъектов Российской Федерации [15].

Применение электробусов в Москве решает несколько экономических и экологических задач:

– высокоэффективная замена пассажирских транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания на транспортные средства с электрическим приводом с учетом более высокого коэффициента полезного действия (далее – КПД) последних;

– значительное снижение углеродного следа в процессе использования электробусного парка;

– улучшение общей экологической ситуации, что для такого крупного мегаполиса как Москва является серьезным продвижением в области «зеленой» энергетической повестки.

Кроме решения вышеназванных задач также обеспечивается развитие экономических отношений между разными субъектами Российской Федерации (Москва, Республика Татарстан и Нижегородская область, поскольку электробусы производятся на производственных площадках ПАО «КАМАЗ» и ПАО «ГАЗ»), создание новых, в том числе, инновационных производств, появление рабочих мест с достойной оплатой труда, развитие отечественных технических и технологических платформ.

Первые электробусы появились в Москве в 2015 году. По состоянию на первый квартал 2023 года в электробусном парке столицы России насчитывалось более 1 000 единиц. В начале 2023 года также Москва заключила крупнейший в Европе контракт на поставку дополнительных 1 000 электробусов на период 2023-2024 гг. [16]. Данные обстоятельства доказывают, что электробусы заняли свою нишу на рынке и при движении нашей страны к низкоуглеродной экономике транспортные средства на основе электрических приводов будут увеличивать свое присутствие как в сфере пассажирских перевозок, так и в сфере личного автомобильного транспорта. Интерес к отечественным электробусам, строительству заводов по их сборке по российским технологиям проявляют некоторые зарубежные страны.

Развитием тематики использования электродвигателей для транспортных перевозок выступает запуск в Москве проекта регулярного речного транспорта [17]. В июне-сентябре 2023 г. запущены два

маршрута круглогодичного речного транспорта. К достоинствам речных электросудов относят нулевой выброс вредных веществ, безопасность для экосистемы р. Москва, отсутствие загрязнения воздуха. При этом экологичны не только сами электросуда, но и инфраструктура для их обслуживания – плавучие причалы, зарядные станции и пункты технического обслуживания. В ближайшем будущем прогнозируется создание и функционирование в Москве не менее 20 речных электросудов, созданных полностью по отечественным технологиям; 23 плавучих причала с береговыми зарядными станциями; 2 пункта технического обслуживания речного флота с возможностью подзарядки.

Обобщая результаты анализа, выделим основные тенденции в развитии энергетики в России в направлении движения к низкоуглеродной энергетике, улучшения экологической ситуации, а также одновременного наличия гарантированного экономического роста и социальных эффектов.

1) Отказ от углеводородной энергетики в настоящее время невозможен, поскольку этот вид энергетики и связанные с ним технологии позволяют в необходимых объемах обеспечить энергетическими ресурсами крупнейшие производства в рамках нашей страны (металлургические предприятия, крупные машиностроительные концерны, строительные компании-лидеры), а также обеспечить их экспорт в условиях растущего спроса в мире на фоне кризиса на Ближнем Востоке.

2) Несмотря на предполагаемые некоторыми экспертами негативные последствия в сфере ядерной (атомной) энергетики (одна из самых больших озабоченностей общественности вызывает вопрос отходов), она, скорее всего, продолжит активно развиваться.

3) Гидроэнергетика предположительно будет развиваться в бассейнах крупнейших рек Российской Федерации (Лена, Енисей, Амур, Обь, Волга). Данный вид энергетики важен не только с точки зрения экологической повестки, но и в связи с тем, что в России сосредоточена пятая часть мировых запасов пресной воды; крупные реки обладают высоким гидроэнергетических потенциалом, из которых освоено всего 20%. В некоторых странах (например, Лаос, Мьянма) доля этого вида электроэнергии приближается к 90%.

4) Применение ВИЭ в России пока имеет ограниченный характер, что объясняется нерешенными на данный момент вопросами хранения энергии, полученной вследствие работы солнечных батарей и ветровых энергетических установок. Важность проблемы хранения энергии, полученной на основе ВИЭ, объясняется большим разбросом сезонности при использовании энергии солнца, ветра и других ВИЭ в разных регионах нашей страны. Поскольку в определенные периоды

будет вырабатываться энергии больше, чем потребляться, то неиспользованную энергию необходимо определенное время хранить. Развитие солнечной энергетики возможно в Краснодарском и Ставропольском краях, регионах Северного Кавказа, развитие ветровой энергетики – на Дальнем Востоке, полярных регионах страны.

5) Развитие водородной энергетики в нашей стране находится на первоначальной стадии научных исследований, проведения лабораторных испытаний, разработки технологий получения водорода и его ограниченного использования. Необходимо отметить, что среди всех возможных вариантов выработки водорода экологически безопасным является получение «зеленого» водорода (на основе ВИЭ). Все остальные варианты получения водорода оказывают влияние на окружающую среду, ухудшают ее состояние. Кроме того, получение водорода является дорогостоящим процессом, что значительно сдерживает развитие водородной энергетики для широкого применения. В Российской Федерации осуществляется подготовка мер государственной политики по поддержке водородной энергетики. В частности, Минэнерго России предлагает частично субсидировать разработку технологий в сфере водорода для крупных экспортных проектов [18]. Предполагаемый объем бюджетных ассигнований в 2023-2024 гг. оценивается в 2,84 млрд руб., что следует из проекта постановления Правительства Российской Федерации [19].

6) Несмотря на накопленный опыт по созданию электромобилей, в ближайшие годы преобладающими на транспорте останутся автомобили с двигателями внутреннего сгорания. Хотя при использовании накопленного практического опыта и инновационных способов работы будет увеличиваться присутствие электромобилей, а также будут развиваться транспортные средства на основе технологий водородной энергетики.

7) Развитие энергетической отрасли в плане производства, хранения и использования энергии должно развиваться на принципах получения максимального КПД. Серьезной проблемой увеличения КПД в энергетике выступает значительная (иногда более 50 %) изношенность основных производственных фондов. Для изменения ситуации необходимы значительные капитальные вложения, источник получения которых не актуализирован и не обозначен в настоящее время (государственное финансирование, средства хозяйствующих субъектов, фонды).

8) В плане работы коммерческих предприятий, деятельности субъектов коммунального хозяйства, потребления энергии домашними хозяйствами должен применяться ключевой принцип – стремление к энергоэффективности и экономному использованию имеющихся ре-

сурсов, что связано с культурой управления и культурой потребления, последняя формируется в семье, образовательных организациях, других социальных институтах (СМИ, социальная реклама и др.).

Подводя итог вышесказанному, отметим, что перспективы и приоритетные направления развития энергетики России, с одной стороны, очерчены стратегическими документами (стратегии, концепции, программы, проекты), с другой – определяются реальными обстоятельствами и потребностями экономической системы, хозяйствующих субъектов и населения в текущих условиях. В этой связи, несомненно, в дальнейшем в энергетическом комплексе России будут присутствовать как традиционные сектора (углеводородная энергетика, атомная энергетика, гидроэнергетика), так и новые, так называемые низкоуглеродные направления (ВИЭ, водородная энергетика, биоэнергетика и др.). На первый план будут выдвигаться те направления, которые дают большие объемы произведенной энергии, приемлемые показатели себестоимости и цены, обладают нейтральным или минимальным отрицательным воздействием на окружающую природную среду, подготовленной и эффективной системой хранения и передачи энергии. Важным фактором, влияющим на дальнейшее развитие мирового энергетического рынка (и российского как элемента глобального рынка), будет являться геополитическая ситуация, а также новые цели устойчивого развития, которые будут определяться Россией в связи с трансформацией глобального миропорядка [20].

Библиографический список

1. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата (Нью-Йорк, 9 мая 1992 года) // СПС «Консультант Плюс».

2. Парижское соглашение (г. Париж, 12 декабря 2015 года) // СПС «Консультант Плюс».

3. Экология и экономика: динамика загрязнения атмосферы страны в преддверии ратификации Парижского соглашения. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики Выпуск №52. / К. Тузов, И. Сабельников / Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. М., 2019. 24 с.

4. Указ Президента РФ от 01.12.2016 № 642 (ред. от 15.03.2021) «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» // СПС «Консультант Плюс».

5. Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 N 3052-р «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» // СПС «Консультант Плюс».

6. Исследование путей и темпов развития низкоуглеродной энергетики в России / А.А. Макаров,А.В. Кейко, В.А. Малахов и др.; под ред. А.А. Макарова. М.: ИНЭИ РАН, 2022. 138 с.

7. Игорь Сечин представил ключевой доклад на Энергетической панели ПМЭФ-2023. – URL: https://www.rosneft.ru/press/today/item/214815/ (дата обращения: 13.10.2023).

8. Балашова М.А., Науменко И.Ю., Цвигун И.В. О роли атомной энергетики в повышении конкурентоспособности России // Известия Байкальского государственного уни-

верситета. 2018. №3. С.461-469.

9. Фадеева И.М., Камдин А.Н. Научно-исследовательские проекты по энергетической тематике: обзор результатов реализации федеральной целевой программы в 2014-2021 гг. // Управление наукой и наукометрия. 2023. № 3. С. 450-482.

10. Основные принципы, приоритеты, направления и меры реализации государственной политики научно-технологического развития Российской Федерации. – URL: https://kntp.ntr.ru/.

11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11 мая 2022 г. № 1144-р «Комплексная-научно-техническая программа полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» (КНТП «Чистый уголь-зеленый Кузбасс» //СПС «Консультант Плюс».

12. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 7 мая 2022 г. № 1130-р «Комплексный научно-технический проект полного инновационного цикла «Создание экологически безопасных промышленных производств базовых высокотехнологических химических продуктов для автомобильной, строительной, медицинской и пищевой промышленности из углеводородного сырья на основе инновационных отечественных научных разработок» //СПС «Консультант Плюс».

13. Распоряжение Правительства РФ от 29 октября 2022 г. № 3240-р «Об утверждении важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» и плана мероприятия («дорожной карты») по реализации его первого этапа (2022-2024 годы) //СПС «Консультант Плюс».

14. Обзор российских практик в сфере низкоуглеродного развития и адаптации к изменениям климата. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/f400e099af8482132163915185 1e72c0/obzor_rossiyskih_praktik_v_sfere_nizkouglerodnogo_razvitiya_i_adaptacii_k_izmeneniyam_klimata.pdf (дата обращения: 13.10.2023).

15. В городе новые технологии. Как в Москве запускают электробусы. – URL: https://tass.ru/obschestvo/5511985 (дата обращения: 13.10.2023).

16. Столица заключила крупнейший в Европе контракт на поставку электробусов. – URL: https://www.mos.ru/mayor/themes/2299/9152050/ (дата обращения: 13.10.2023).

17. Регулярный речной транспорт. – URL: https://www.mos.ru/city/projects/reka/ (дата обращения: 13.10.2023).

18. Минэнерго РФ предлагает частично субсидировать разработки в сфере водорода. – URL: https://www.eprussia.ru/news/base/2023/3095967.htm (дата обращения: 13.10.2023).

19. Об утверждении Правил предоставления Минэнерго России субсидий на компенсацию части затрат на реализацию проектов в сфере технологий производства, транспортировки и хранения водорода для крупных экспортно-ориентированных проектов (проект постановления Правительства Российской Федерации). – URL: https://regulation.gov.ru/Regulation/Npa/PublicView?npaID=137953 (дата обращения: 13.10.2023).

20. Митяков С.Н. Новые цели устойчивого развития России // Развитие и безопасность. 2023. № 1 (17). С. 21-35.

УДК 681.3

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ТЕПЛОВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ ПРИ АЭРОТЕРМОГРАФИИ ТЕПЛОПРОВОДОВ

Соколов В.А.,
ООО "Девелопер-Софт", г. Тула, Россия
Соколова С.С., Рожков В.Ф.,
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассмотрены методические подходы к проблеме обработки информации тепловизионного изображения, рассмотрен алгоритм функционирования вычислительной подсистемы, который позволяет произвести обнаружение тепловой аномалии с минимальной вероятностью ошибочного определения дефектной зоны. Сформулированы теоретические положения, в соответствии с которыми оценку эффективности работы алгоритма целесообразно проводить с использованием специфического критерия близости оценки его гистограммы к гистограмме эталонной температурной зоны. Предложенные математические зависимости предлагается использовать для выявления аномальных температурных зон, являющихся следствием дефектов тепловых сетей.

Ключевые слова: термографическая диагностика, измерительная система, алгоритм функционирования вычислительной подсистемы, квадратичный критерий близости, аномальные температурные зоны.

Эксплуатация теплосетей представляет собой комплексный процесс, важной составной частью которого является обеспечение безаварийного состояния теплопроводов и арматуры. Особенно это касается тепловых сетей при бесканальной прокладке, а также тех, у которых тепловая изоляция выполнена по устаревшим технологиям. Контроль состояния теплотрасс приобрел государственное значение в связи с повышением стоимости энергоносителей.

Решение задач по оценке технического состояния теплопроводов в значительной степени связано с внедрением эффективных методов инструментального контроля и технической диагностики, в частности, основанных на дистанционном анализе поверхностных температурных полей объектов по их собственному тепловому излучению[1].

Используемое для этих целей оборудование воспринимает инфракрасное излучение объекта специальной аппаратурой. Полученная информация в виде изображения выводится на экран компьютера, по-

сле чего производится анализ изображения для получения количественных и качественных характеристик объекта и локализация (обнаружение места) найденных температурных аномалий. Процесс инфракрасного сканирования нужного участка выполняется дистанционно, с воздуха и полученные данные помогают решить серьезные эксплуатационные проблемы. Основными целями инфракрасного обследования может быть уточнение трассы теплопроводов, поиск мест, повышенных теплопотерь, свидетельствующих о повреждении теплоизоляции, определение местоположения утечек теплоносителя.

Использование для этих целей методов количественной инфракрасной термографии позволяет произвести анализ структуры, системы, процесса или объекта путем присвоения численных значений наблюдаемым особенностям инфракрасного изображения. Аналитическая обработка тепловизионного изображения позволяет с достаточно высокой точностью определять места, требующие восстановления теплоизоляции или ремонта трубопровода, определить с точностью до нескольких метров участки теплотрасс с максимальными теплопотерями.

Тепловизионное изображение $P(x,y)$ формируется яркостными пространственными сигналами двух классов – температурного фона $P_B(x,y)$ и «цели» $P_T(x,y)$, в виде тепловой аномалии. Тепловая аномалия представляет собой локальное изменение распределения теплового излучения участка теплопровода, трактуемое как отклонение от нормы.

Задача идентификации состояния сцены, или исследуемой зоны теплопровода, состоит в классификации участка двумерного сигнала изображения $P(x,y)$. При классификации участка двумерного сигнала $P(x,y)$ предлагается использовать его обобщение в виде локальной оценки плотности распределения значений яркости – гистограммы участка сигнала, накрытого апертурой. Гистограмма представляет собой оценку плотности распределения $f_P(P)$ сигнала $P(x,y)$. Для дальнейших рассуждений введем обозначение $P_{(l)}(x,y)$ - случайная реализация пространственного яркостного сигнала класса l.

Задача классификации тепловизионных сигналов сводится к принятию решения об отнесении исследуемого сигнала $P(x,y)$ к одному из двух классов («цели» или фона), описанных заранее известными амплитудными «эталонными» плотностями распределения $f_k(P)$, где $k=\{B,T\}$, причем индекс B обозначает построение гистограммы по фону (*background*), а индекс T – «цели» (*target*) .

Поскольку исходный сигнал является в той или иной степени случайным, оценка плотности его распределения, получаемая, напри-

мер, с помощью построения гистограммы, будет также содержать случайную составляющую. Поэтому для принятия решения о принадлежности сигнала $P(x,y)$ k-му классу необходимо использовать тот или иной критерий близости оценки его гистограммы к эталонной гистограмме k-го класса. В этом качестве можно предложить использовать критерий квадратичной близости $\Phi_k(f_P)$:

$$\arg\min_k \Phi_k\left(f_P\right) = \int_{-\infty}^{\infty} \left(f_P\left(P\right) - f_k\left(P\right)\right)^2 dP \qquad (1)$$

где, $f_P(P)$ – оцененная плотность распределения вероятностей яркости анализируемого сигнала $P(x,y)$.

В связи с тем, что анализируемый сигнал $P_{(l)}(x,y)$, $l=\{B,T\}$ является случайным, оценочные значения $f_{(k)}$, $k=\{B,T\}$, построенной по выборке из этого сигнала, также будут носить случайный характер. Как было показано в [2], закон распределения значений $f_{(k)}(P)$ соответствует биномиальному, параметры которого определяются выражениями:

$$\begin{cases} M\left[f_{(l)}\left(P\right)\right] = f_l\left(P\right); \\ D\left[f_{(l)}\left(P\right)\right] = \dfrac{1}{N\left(A\right)} \cdot f_l\left(P\right) \cdot \left(1 - f_l\left(P\right)\right). \end{cases} \qquad (2)$$

Оценим величину $M[\Phi_k(f_{(l)})]$ при $l=k$. С учетом (1)

$$M\left[\Phi_k\left(f_{(k)}\right)\right] = M\left[\int_{-\infty}^{\infty} \begin{pmatrix} f_{(k)}^2\left(P\right) - 2f_{(k)}\left(P\right) \times \\ \times f_k\left(P\right) + f_k^2\left(P\right) \end{pmatrix} dP\right] \qquad (3)$$

Меняя местами знаки операций математического ожидания и интегрирования, после упрощения выражения (3) с учетом (2), получим:

$$M\left[\Phi_k\left(h_{(k)}\right)\right] = \int_{-\infty}^{\infty} \left(M\left[f_{(k)}^2\left(P\right)\right] - f_k^2\left(P\right)\right) dP \qquad .(4)$$

Таким образом, с учетом выражения (4) и определения дисперсии, получим

$$M\left[\Phi_k\left(h_{(k)}\right)\right] = \frac{1}{N\left(A\right)} \int_{-\infty}^{\infty} f_k\left(P\right) \cdot \left(1 - f_k\left(P\right)\right) dP\,. \qquad (5)$$

В случае, когда $l \neq k$

$$M\left[\Phi_k\left(h_{(l)}\right)\right] = M\left[\int_{-\infty}^{\infty}\left(f_{(l)}^2(P) - 2f_{(l)}(P)\cdot f_k(P) + f_k^2(P)\right)dP\right]. \quad (6)$$

Меняя местами знаки операций математического ожидания и суммирования с учетом (2), получим:

$$M\left[\Phi_k\left(h_{(l)}\right)\right] = \int_{-\infty}^{\infty}\left(\begin{array}{l} M\left[f_{(l)}^2(P)\right] - 2f_l(P)\cdot f_k(P) + \\ +f_k^2(P) \end{array}\right)dP \quad (7)$$

Выражая $M[f^2_{(l)}(P)]$ через дисперсию $D[f_{(l)}(P)]$ с учетом (2):

$$M\left[\Phi_k\left(f_{(l)}\right)\right] = \frac{1}{N(A)}\int_{-\infty}^{\infty} f_l(P)\cdot\left(1 - f_l(P)\right)dP + \\ + \int_{-\infty}^{\infty}\left(f_l(P) - f_k(P)\right)^2 dP. \quad (8)$$

Полученные в (5) и (8) результаты могут послужить основой для оценки разности значений математических ожиданий $M[\Phi_k(f_{(l)})]$-$M[\Phi_k(f_{(k)})]$ для модели изображений, введенной в [3].

В этом случае закон распределения f_k соответствует нормальному, математические ожидания для целевого и нецелевого классов равны соответственно m_T и m_B, а среднеквадратичное отклонение для обоих классов одинаково и равно σ_e, и, следовательно, величина искомой разности определяется по выражению:

$$M\left[\Phi_k\left(f_{(l)}\right)\right] - M\left[\Phi_k\left(f_{(k)}\right)\right] = \int_{-\infty}^{\infty}\left(f_l(P) - f_k(P)\right)^2 dP \quad (9)$$

При раскрытии формулы квадрата разности в последнем выражении, перемене мест операций интегрирования и суммирования выражение (9) преобразуется к виду:

$$M\left[\Phi_k\left(f_{(l)}\right)\right] - M\left[\Phi_k\left(f_k\right)\right] = 2\int_{-\infty}^{\infty} f_l^2(P)dP - \\ -2\int_{-\infty}^{\infty} f_l(P)\cdot f_k(P)dP. \quad (10)$$

Подставив в первое слагаемое значения функции плотности распределения для нормального закона, получим:

$$2\int_{-\infty}^{\infty} f_l^2\left(P\right)dP = \frac{2}{\sigma_e^2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\mathbf{exp}\left(-\frac{\left(P-m_l\right)^2}{\sigma_e^2}\right)dP, \qquad (11)$$

при выполнении замены переменной $u = \left(P - m_l\right)/\sigma_e$ с учетом того, что $\int_{-\infty}^{\infty}\mathbf{exp}\left(-u^2\right)du = \sqrt{\pi}$ и $dP = \sigma_e du$, первое слагаемое будет равно:

$$2\int_{-\infty}^{\infty} f_l^2\left(P\right)dP = \frac{1}{\sigma_e\pi}. \qquad (12)$$

При подстановке значений $f_l(P)$ и $f_k(P)$ значение рассматриваемого слагаемого составит

$$2\int_{-\infty}^{\infty} f_l\left(P\right)\cdot f_k\left(P\right)dP = \frac{1}{2\pi\sigma_e^2}\times$$
$$\times\int_{-\infty}^{\infty}\mathbf{exp}\left(-\frac{\left(P-m_l\right)^2+\left(P-m_k\right)^2}{2\sigma_e^2}\right)dP. \qquad (13)$$

Далее, после раскрытия квадратов разностей *в числителе показателя экспоненциальной функции и вынесения за* знак интеграла константы, выражение (13) составит:

$$2\int_{-\infty}^{\infty} f_l\left(P\right)\cdot f_k\left(P\right)dP == \frac{1}{\pi\sigma_e^2}\mathbf{exp}\left(-\frac{m_l^2+m_k^2}{2\sigma_e^2}\right)\times$$
$$\times\int_{-\infty}^{\infty}\mathbf{exp}\left(-\frac{2P^2-2P\left(m_l+m_k\right)}{2\sigma_e^2}\right)dP \qquad (14)$$

Введение в показателе экспоненциальной функции двух слагаемых $\left(m_l + m_k\right)/\sqrt{2}$ с противоположными знаками позволит выделить в показателе экспоненты полный квадрат. Тогда значение рассматриваемого слагаемого будет равно

$$\frac{1}{\pi\sigma_e^2}\mathbf{exp}\left(-\frac{m_l^2+m_k^2}{2\sigma_e^2}\right)\mathbf{exp}\left(-\frac{\left(m_l+m_k\right)^2}{4\sigma_e^2}\right)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty}\mathbf{exp}\left(-\frac{\left(\sqrt{2}P-\left(m_l+m_k\right)/\sqrt{2}\right)^2}{2\sigma_e^2}\right)dP$$

Далее, по аналогии вычислением первого слагаемого, вводя новую переменную $u=\dfrac{\sqrt{2}P-\left(m_l+m_k\right)/\sqrt{2}}{2\sigma_e}$, с учетом $dP=\sigma_e du$, значение второго слагаемого в выражении (10) с учетом (12) составит:

$$M\left[\Phi_k\left(f_{(l)}\right)\right]-M\left[\Phi\left(f_{(k)}\right)\right]=\frac{1}{\sigma_e\sqrt{\pi}}\left[1-\mathbf{exp}\left(-\left(\frac{m_l-m_k}{2\sigma_e}\right)^2\right)\right]. \quad (15)$$

Найденное значение разности математических ожиданий (5) и (8) позволит в дальнейших исследованиях оценить степень эффективности использования квадратичного критерия близости при аналитической обработке результатов аэротермографии с точки зрения снижения вероятности пропуска «цели», представляющей собой тепловую аномалию.

С определенной точностью данный метод позволит определять места утечек теплоносителя из трубопровода, уменьшая зону вскрытия грунта над теплотрассой, снижая трудозатраты и тем самым, уменьшая объем выполняемых земляных работ.

Библиографический список

1. Инфракрасная термография в энергетике. Технические средства приема инфракрасных излучений. Учебное пособие: Афонин А.В., Таджибаев А.И., Сергеев С.С.- СПб: Изд. ПЭИПК, 2010. – 60 с.

2. Котов В.В., Соколов В.А. Оценка плотностей вероятностей значения сигнала по гистограмме // Известия ТулГУ. Серия: Вычислительная техника. Информационные технологии. Системы управления. Т. 1. Вып. 3. Вычислительная техника. – Тула: ТулГУ, 2004 – 229 с., с. 98-104

3. Соколов В.А. Модель тепловизионных изображений сцен в задачах распознавания // Известия ТулГУ. Серия Вычислительная техника. Информационные технологии. Системы управления. Том 1. Вып. 1. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2004. – 169 с. (с. 139-144)

УДК 69.001.6

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ОПТИМИЗЦИИ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Рожков В.Ф., Соколова С.С.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассмотрены критерии экономической эффективности энергосбережения, целесообразности осуществления отдельных мероприятий и их зависимости от экономических показателей работы промышленного объекта. Определена рациональная последовательность этих мероприятий и их влияние на итоговый экономический эффект от их внедрения. Изложены особенности энергосберегающих мероприятий с учетом специфики их применения в системах вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха.

Ключевые слова: инженерные системы зданий, оптимальные варианты проектного решения, энергосбережение, экономическая эффективность

Проблемы экономии энергоресурсов являются особо важными в текущий период развития нашей страны. Стоимость топлива и тепловой энергии растет, и эта тенденция прогнозируется на будущее. Вместе с тем непрерывно и быстро возрастает объем потребления энергии. Энергоёмкость национального дохода в нашей стране в несколько раз выше, чем в развитых странах мира.

На предприятиях критерием энергоэффективности предприятия, после того, когда будут осуществлены намеченные мероприятий, должна быть принята степень повышения эффективности производства. При выполнении расчетов необходимо исходить из предположения, что все инвестиции, которые направляются в энергоэффективность предприятия, должны быть заемными. Необходимо учитывать интересы кредитного учреждения или инвестора. Возвратность дивидендов или кредита инвестора должны обеспечиваться доходностью. Оно должно быть настолько эффективно, чтобы дать возможность субъекту, который внедряет это мероприятие, не только в кратчайшие сроки рассчитаться с кредиторами, но и иметь собственную выгоду, потому что, средства, которые использованы на капвложения, могут быть направлены на пополнение собственных производственных фондов или капитализированы.

В этом случае, для любого мероприятий, рассматривающего энергосбережение, определяется его экономическая целесообразность т.е.: а) обоснование технологического процесса; б) срок окупаемости; в) состояние основных фондов; г) скорость инфляционных изменений; д) ограниченность финансовых и природных ресурсов; е) способ приложения; ж) способ внедрения; з) источники финансирования; и) места приложения.

Цель таких расчетов, это определить такую совокупность энергосберегающих мероприятий, которая может обеспечит предприятию суммарный максимальный экономический эффект. Для достижения на предприятиях наибольшей энергоэффективности и поиска финансовых средств для планируемой реконструкции, необходимо определить энергосберегающие технологии, которые могут улучшить тепловой режима здания.

В литературе [1] предложен комплекс определения наиболее экономически целесообразного энергосберегающего мероприятия. На первом этапе основой, на ближайшие 3-5 лет, является план перспективного развития предприятия. В течение переходного экономического периода более длительный план является нереальным. Для инженерных систем зданий при определении такого комплекса обязательной является регулирование и предварительная наладка работы систем таким образом, чтобы параметры их работы были близки к проектным. При определении этого комплекса для санитарно-технических устройств обязательной является регулирование и предварительная наладка работы систем таким образом, чтобы параметры их работы были близки к проектным. При определении соответствия существующих ограждающих конструкций сооружений или зданий определенным требованиям [2], необходимо учитывать, что капвложения в их реконструкцию низкоэффективны. Однако, повышение теплозащитного уровня зданий снижает текущие затраты необходимые для поддержания тепловой защиты здания и капвложения в систему отопления уменьшаются.

На втором этапе производят инвентаризацию всех источников экономии теплоты, т.е. определяют мероприятия по энергосбережению, которые могут быть реализованы на практике, а также дают оценку величины возможной экономии всех видов энергии. При этом на предварительном этапе оценивают величину сэкономленной теплоты во всех санитарно-технических системах. Второй этап необходим для того, при реконструкции или расширении предприятия при внедрении новых производственных технологий, определить возможное увеличение расхода теплоты.

На третьем этапе определяется количественное потребление предприятием сэкономленной теплоты по отдельным видам систем и годам. Границами этой потребности можно считаться количество теплоты, которое может быть сэкономлено при использовании единицы оборудования в условиях энергосберегающего цикла при принятой длительности и в предпола-

гаемом режиме его работы. Это можно считать минимальной величиной достигнутого сбережения теплоты. Исходя из объема капвложений, которые предприятие наметило выделить на выполнение энергосберегающих мероприятий, и потребности в сэкономленной теплоте, определяется его максимальная величина. На этом этапе выполнение расчетов, рекомендуется производить исходить из формул, которые определяют потребность в количестве теплоты различными санитарно-техническими системами производственных зданий при снабжении от ТЭЦ в текущем и каждом последующем годах.

Содержанием четвертого этапа, является определение годового экономического эффекта и капитальных вложений по каждому мероприятию, включенному в инвентаризационное число.

На пятом этапе выявляются те мероприятия, которые в условиях инфляции останутся экономически выгодными. На основании выполненных расчетов определяются те из них, которые могут стать экономически эффективными только в будущем.

С учетом полученного результата на шестом этапе определяют мероприятия, которые могут быть практически реализованы в соответствии с потребностью в сэкономленной тепловой энергии и капитальными вложениями в энергосберегающие мероприятия.

Содержанием седьмого этапа это определение энергетической эффективности каждого из комплексов, рекомендованных на предыдущих этапах, исходя из величин капвложений и эксплуатационных затрат, которые имели место в рассматриваемом периоде времени. Для определения размера инвестиций и их рационального использования, производится определение экономически наиболее целесообразных энергосберегающих мероприятий. Для проведения мероприятия по энергосбережению все расчеты должны производиться, принимая во внимание то, что для них предприятие будет использовать банковский кредит. Это условие можно выполнить в тех случаях если: а) при погашении кредита и расширении воспроизводства основных фондов рентабельность производства превысит свои номинальные значения до уровня, который позволит направить часть прибыли на это; б) будет полностью обеспечена возвратность кредита за счет сокращения эксплуатационных затрат по абсолютной величине.

На восьмом этапе составляется смета, и определяются размеры капитальных вложений. С целью увеличения отпущенных средств на освоение капитальных вложений, на теплоснабжение, можно перераспределить средства предприятия, за счет дополнительных инвестиций. При таком перераспределении капитальных вложении недопустим отказ от мероприятий по охране труда, соблюдению техники безопасно-

сти и защите окружающей среды. При оптимизация теплового режима зданий обеспечивается экономия теплоты и снижение суммарных приведенных затрат, а также повышается уровень комфортности и увеличивается производительность труда.

Все энергосберегающие мероприятия объединяются в две группы: а) снижающие расход энергоресурсов при выполнении технологических процессов; б) экономящие энергоресурсы, расходуемые в жилищно-коммунальном хозяйстве, общественных зданиях, а также при обеспечении условий для выполнения этих процессов.

В первую группу входят мероприятия по переходу на энергосберегающие технологические процессы и оборудование; повышению КПД технологических процессов или оборудования.

Вторая группа включает энергосберегающие мероприятия, направленные на оптимизацию уровня теплозащиты зданий различного назначения, такие, как снижение потерь теплоты изолированными теплопроводами, повышение КПД котельных; устройство прерывистого отопления, снижение расхода теплоты на нагрев холодного воздуха, поступающего в здания, использование вторичных энергоресурсов для нагрева холодного воздуха и воды в системах горячего водоснабжения, использование геотермальных вод и солнечной энергии для вентиляции, отопления и СКВ; совершенствование систем вентиляции, отопления и СКВ, включая диспетчеризацию и автоматизацию работы этих систем.

При реконструкции действующих и проектировании новых систем вентиляции, отопления и СКВ решаются три типа технико-экономических задач:

1. Наличие только одного варианта энергосберегающего решения, сравнивания его, с точки зрения экономической эффективности, с базовым вариантом, который не предусматривает энергосберегающих мероприятий.

2. Наличие нескольких энергосберегающих мероприятий (или одного, но с различными количествами сберегаемой энергии при разных режимах работы). Все они сопоставляются по величине достигаемого экономического эффекта между собой и с базовым вариантом. Применению подлежит экономически наиболее целесообразное мероприятие.

3. Определяется экономически оптимальный вариант решения, т.е. лучший из всех возможных в принятых условиях. При сопоставлении вариантов энергосберегающих решений необходимым является соблюдение условий их сопоставимости; по функциональному назначению - режиму функционирования и мощности объекта, источнику утилизируемой теплоты; по времени производства затрат и получения эффекта; ценам, определяющим эти затраты и эффект и т. д.

Экономическую целесообразность используемых мероприятий определяют исходя из сравнительной экономической эффективности капитальных вложений, необходимых для осуществления этого мероприятия, т.е. сопоставляют затраты и результаты, полученные при этих затратах. Экономически наиболее целесообразным является вариант решения, при котором минимальны приведенные затраты *П*, руб./год, являющиеся суммой эксплуатационных затрат *С* и капитальных вложений *К*, приведенных к одинаковой размерности в соответствии с нормативным коэффициентом сравнительной эффективности капитальных вложений *Е*:

$$П_i = C_i + E_i + K_i \rightarrow \min$$

или

$$П_i = C_i \cdot T_н + K_i \rightarrow \min$$

где *i* - порядковый номер варианта проектного решения; $T_н$ — нормативный срок окупаемости требуемых капитальных вложений за счет уменьшения эксплуатационных затрат.

Экономический эффект $Э_ф$, руб./год, который должен быть получен при реализации *i* + 1 мероприятия по сравнению с *i*-м мероприятием, определяется по формулам:

$$Э_ф = И_i + 1 - И_i \pm (К_i + 1 - К_i) \rightarrow \max,$$

$$Э_ф = (И_i + 1 - И_i) \cdot Z_н \pm (К_i + 1 - К_i) \rightarrow \max,$$

Если в системах применяют новую технику (машины, приборы, оборудование и др.), то экономический эффект определяется по формуле

$$Э_ф = П_1 \varphi - П_2,$$

где $П_1$, и $П_2$- приведенные затраты, которые имеют место соответственно до и после внедрения энергосберегающего мероприятия; φ - коэффициент, учитывающий сроки службы оборудования:

$$\varphi = \frac{\left(P_1 + E_н\right)}{\left(P_2 + E_н\right)}$$

где P_1 и P_2 — доли отчислений от стоимости оборудования на полное восстановление по сопоставляемым вариантам (если сроки службы соответствующего оборудования различны).

Величину приведённых затрат можно также рассчитать по интегральной формуле:

$$П = \sum_{j=н}^{ф} \alpha K_j + \sum_{j=1}^{ф} \alpha И_j$$

где $И_j$— эксплуатационные затраты в j-м году; α — коэффициент приведения; $н$— год начала монтажа объекта;

При определении экономической целесообразности применения энергосберегающих мероприятий и сопоставления этих вариантов между собой в системах вентиляции, отопления и СКВ необходимо учитывать следующие специфические особенности эксплуатации этих систем.

1. Основным для определения срока службы оборудования и воздуховодов систем промвентиляции является не их физический (или моральный) износ, а срок полной смены производственной технологии, так как при применении новой технологии обычно растет выпуск продукции, заменяется оборудование, а также изменяются места его расположения, что в свою очередь, может вызвать необходимость замены вентиляционных устройств.

2. Принятые в настоящее время сроки службы зданий, которые оборудованы системами отопления, могут быть различны.

3. Срок действия производственной технологии может быть меньше нормативного. Так, если срок окупаемости капитальных вложений, необходимых для осуществления энергосберегающего мероприятия, оказался равным 7 лет, т.е. меньше нормативного, то следует вывод об экономической целесообразности его осуществления.

4. Эксплуатационные затраты, во многих случаях, могут значительно изменяться по годам эксплуатации инженерных систем.

5. Сопоставленные варианты энергосберегающего мероприятия могут иметь разные сроки службы. При сопоставлении подобных вариантов требуется учет будущих капитальных вложений, необходимых для замены оборудования, имеющего меньший срок службы.

6. Возможно изменение в процессе эксплуатации системы её надёжности и, как следствие, всех ее эксплуатационных показателей.

7. Социально-экономический эффект, достигаемый после начала действия усовершенствованных систем вентиляции или СКВ, часто изменяется во времени

При сопоставлении энергосберегающего варианта проектного решения с базисным (не предусматривающим выполнения энергосберегающих мероприятий) иногда определяют срок окупаемости Т, лет, капитальных вложений, необходимых для осуществления энергосберегающего варианта. Обычно без учета фактора времени соответствующая формула имеет вид:

$$T = \frac{\Delta K}{\Delta И} \le T_н$$

где ΔK— разность капитальных вложений в сопоставленные варианты; $\Delta И$ - разность эксплуатационных затрат при тех же вариантах.

Оптимизационные формулы, которые служат для выявления экономически оптимального в заданных условиях варианта проектного решения, составляются на базе соответствующей формулы, определяющей величину приведенных затрат. Дифференцируя эту формулу по искомой переменной величине и приравнивая нулю первую производную, определяют минимум приведенных затрат. Так же составляются формулы, которые позволяют оптимизировать расход энергоресурсов при работе систем отопления или вентиляции: оптимальные скорости теплоносителя в трубопроводах или воздуха в воздуховодах, массовую скорость воздуха в калориферах, оптимальную температуру уходящих газов или воздуха за теплоутилизационными установками и др.

Библиографический список

1. Королева Т.Н. Методика определения экономической эффективности капитальных вложений в энергосберегающие мероприятия в системах производственной вентиляции. – М.: Фонды ВИНИТИ, 1996.

2. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: Справочное пособие/Под. ред. Л.Д.Богуславского. –М.: Стройиздат, 1990.

3. Табунщиков Ю.А., Хромец Д.Ю., Матросов Ю.А. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений. - М.: Стройиздат, 1986.

4. Еремкин А.И., Королева Т.Н. Тепловой режим зданий. - Пенза: ПГАСА; М.: АСВ, 2000.

УДК

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В ГИС

Ярош В.А., Жданов В.Г., Логачева Е.А., Федорцов М.А.
Ставропольский государственный аграрный университет,
г. Ставрополь Россия

Рассматриваются достоинства и недостатки различных способов представления пространственных данных электрических сетей в ГИС.

Ключевые слова: геоинформационные системы; топология электрической сети; пространственные данные; структура данных

Электрическая сеть в геометрическом представлении ассоциируется с линейным ориентированным графом. И этот факт является определяющим для любых систем, призванных автоматизировать информацию об электрических сетях. Первичной является модель данных, находящаяся в памяти компьютера. Именно в памяти компьютера структуры данных могут быть связаны или не связаны между собой (содержать топологические связи или не содержать). Перед геоинформационными системами (ГИС) для электрических сетей стоит задача обеспечить моделирование сетевой топологии посредством описания логических взаимосвязей элементов сети [1].

Представление пространственных данных – способ цифрового описания пространственных объектов. Векторное представление пространственных данных может быть: нетопологическое или топологическое.

Векторно-нетопологическое представление данных это цифровое представление точечных, линейных и полигональных пространственных объектов в виде набора координатных пар, с описанием только геометрии объектов [2, 3].

Векторно-топологическое представление – разновидность векторного представления линейных и полигональных пространственных объектов, описывающего не только их геометрию, но и топологические отношения между полигонами, дугами и узлами [2, 3]. На рис. 1 приведена внутренняя структура данных векторно-нетопологических или объектных ГИС для простейшей электрической сети, состоящей из 3 линий и 4 узлов.

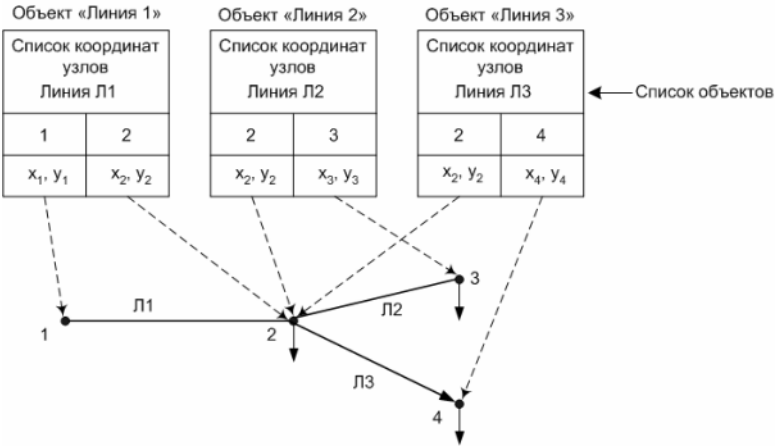


Рис. 1 Нетопологическая (объектная) структура данных

Из рисунка видно, что каждый объект (линия) в памяти компьютера хранит координаты (x, y) всех узлов. Анализ нетопологической структуры данных выявил следующие недостатки: 1) *избыточность информации* (неэкономичное использование памяти компьютера), т.е. координаты общего узла *2* хранятся в структуре данных линий *12*, *23* и *24*; 2) *тройная прорисовка* (загрузка процессора компьютера), в объектной ГИС каждый объект рисуется полностью. Программа нарисует общий узел *2* трижды.

К нетопологическим ГИС относятся: первые версии MapInfo (MapInfo Corp., США); AtlasGIS (ESRI, США); GeoCAD System (Новосибирск); и большое количество других систем. Топологическая ГИС – ArcInfo.

Узловая топология. На рис. 2 показаны та же простейшая электрическая сеть, но внутренняя структура данных несколько изменилась. Теперь все точки, собраны в один гигантский список, а каждый объект содержит в своей индивидуальной структуре данных только ссылки на те точки из этого списка, которые обозначают его узлы.

Единый глобальный список координат точек позволяет сэкономить на дублях координат точек. Узловая топология в полной мере отображает топологические связи схем электрической сети.

На сегодняшний момент все большее развитие в области информатики и моделирования стали приобретать объектно-ориентированные технологии. Объектная ориентированность ГИС понимается здесь не в том смысле, что ГИС написана на объектно-ориентированных средствах, а в том, что те же механизмы должны быть предоставлены пользователю системы для организации данных [4]. ГИС будет работать с ориентированными на пользователя понятиями типа проводов, опор, трансформаторов, выключателей и т.д., а не точки, линии, полигоны.

Достоинства нетопологических ГИС заключается в автономности объектов, возможности поддержки объектно-ориентированной модели. Недостатки заключается в не экономном использовании памяти компьютера, загрузке процессора компьютера, организации топологических отношений процедурным путем.

Достоинства топологических ГИС состоят в экономии памяти компьютера и времени работы процессора, в организации топологических отношений в структурах данных. Недостатки – в лишении автономности объектов, не поддержании объектно-ориентированной моде ли.

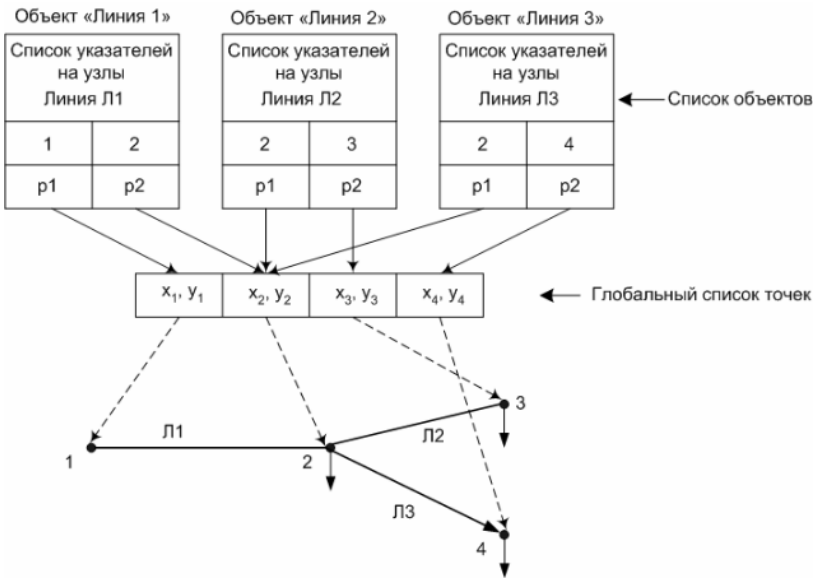


Рис. 2 Узловая структура данных

Разработка объектно-топологической структуры данных позволит объединить достоинства нетопологических и топологических ГИС.

Библиографический список:

1. Geo-Information System In The Intellectual Network Management Structure / Efanov A. V., Oskin S. V., Khorolsky V. Ya, Yarosh V. A., Shemyakin V. N. // Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences. 2018. Vol. 9. Is. 6. Pp. 1582-1587.

2. Presentation of spatial data of electric networks in geo-information systems / Yarosh V., Efanov A., Yastrebov S., Privalov E. // Engineering for Rural Development. 2019. P. 1661-1666.

3. Контроль состояния электрооборудования путем проведения тепловизионного обследования. Жданов В.Г., Логачева Е.А.,Сошников В.В. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 78-я Научно-техническая конференция СГАУ. 2014. С. 73-76.

4.Исследование частотных характеристик сельскохозяйственных материалов с целью обеспечения безопасности СВЧ-технологий. /Логачева Е.А., Жданов В.Г., Зобнин В.И. // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 55. С. 203-209.

5.Воротницкий В.Э., Моржин Ю.И. О концепции и практике использования геоинформационных технологий в электрических сетях // Электрические станции. 2004. № 8. С. 68-75.

УДК

СУММАРНЫЕ ПОТЕРИ МОЩОСТИ РАЗЛИЧНЫХ НАГРУЗОК

Ярош В.А., Жданов В.Г., Логачева Е.А., Федорцов М.А.
Ставропольский государственный аграрные университет, г.Ставрополь Россия

Рассматриваются достоинства и недостатки различных способов представления пространственных данных электрических сетей в ГИС. В статье рассматривается вопрос разнесения суммарных потерь по отдельным нагрузкам. Движение электрического тока по проводам можно сравнить с протеканием воды по трубе, где давление является аналогом напряжения, а поток воды – электрического тока. С увеличением напряжения, увеличивается протекание электрического тока. Мощность, теряемая в линии передачи данного напряжения, пропорциональна квадрату протекающей мощности. Если напряжение повысить в 2 раза, то ту же мощность можно передать током в 2 раза меньшим, и соответственно потери мощности уменьшаться в 4 раза. Для увеличения напряжения переменного тока используют трансформаторы, что делает возможным передавать электроэнергию с меньшими потерями.

Ключевые слова: электроэнергия, электрический ток, мощность, потери мощности, линии электропередач

Принцип действия постоянного тока достаточно прост – электроны, а, следовательно, и электрический ток течет в одном направлении, и напряжение не меняется. Природа переменного тока более сложна, но напряжение переменного тока можно трансформировать из одного значения в другое. И это даёт большое преимущество для передачи электроэнергии на большие расстояния [1]. Рассмотрим генератор постоянного тока, передающий энергию по длинной линии передачи к небольшой группе потребителей, состоящих из обычных ламп накаливания (рис.1). Всех потребителей можно рассматривать как одну большую лампу. Мощность генератора составляет 100 кВт, а напряжение, вырабатываемое генератором, равно 100 В. Проводя аналогию где «электрический ток – поток воды», а «напряжение – давление воды», то генератор представляется водяным насосом.

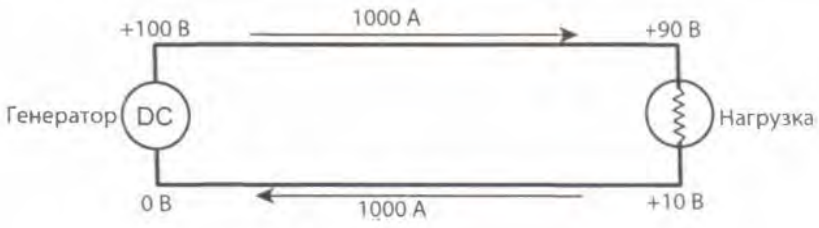


Рис.1. Передача электроэнергии по линии постоянного тока

Эта аналогия, основанная на физических закономерностях электротехники. Электроны движутся внутри провода так же свободно, как молекулы воды движутся внутри трубы, и каждый электрон сталкивается с другим электроном так же, как сталкивается молекула воды друг с другом. С помощью генератора создается электрический ток – поток электрической энергии. Этот поток выходит из положительного зажима генератора течет по одному проводу линии электропередачи, затем проходит через лампу освещения и возвращаете обратно на отрицательный зажим генератора по второму провод линии электропередачи.

Такая система подобна идеальной из-за того, что в ней нет потери электрической «жидкости», как и в водопроводной системе. Электроны не могут теряться из провода. Втекающий в лампу ток равен току, вытекающему из лампы. Часть электрической энергии используется в лампе освещения, а другая ее часть теряется в линии электропередачи, но величина тока не изменяется. Вытекающий ток из любого узла сети, должен сразу же замещаться таким же по величине током, поступающим в этот узел. Об этом и говорится в первом законе Кирхгофа, где сумма токов в узле должна быть равна нулю.

С помощью выключателя, установленного в одном из проводов, подключенных к лампе, можно отключить осветительную лампу. При этом останавливает течение тока, аналогично тому, если бы мы закрыли водопроводный кран. В обычных условиях электроны не «перескакивают» по воздуху. Выключатель можно поставить в проводе как до лампы, так и после. Подключенная лампа к генератору с помощью одного провода не передает ей электрической энергии. Чтобы энергия выделилась в лампе, электрический ток должен пройти через лампу и вернуться к генератору тем самым образуя замкнутый контур, т.е. электрическую цепь [2-3].

Второй закон Кирхгофа: сумма падений напряжения в замкнутом контуре равна нулю. Как видно из рис. 1:

$$(100 - 90) + (90 - 10) + (10 - 0) + (0 - 100) = 0.$$

Электроны в лампе движутся быстрее вследствие того, что сечение нити накаливания меньше провода, аналогично убыстрению течения реки в узком месте. Двигаясь быстрее, электроны сталкиваются с большей силой с атомами вольфрама нити накаливания, из-за чего нить накаливания раскаляется. Возникающее трение приводит также к тому, что напряжение снижается с 90 В на входе лампы до 10 В на выходе из нее (рис. 1). Быстрое протекание электронов по тонкому проводу, как и протекание реки через узкое место, требует затрат энергии. Электрическая мощность P, потребляемая в любом элементе электрической сети, равна падению напряжения U в этом элементе, умноженному на протекающий через него ток I и измеряется в ваттах (Вт).

На рис. 1 мощность, используемая в лампе, равна 80В х 1000 А, т.е. 80 000 Вт, или 80 кВт. Аналогичным образом, выходная мощность генератора 100 В х 1000 А равна 100 кВт. Разница между этими двумя величинами обусловлена потерями в линиях электропередачи. В каждом из проводов линии электропередачи теряется 10 В х 1000 А= 10000 Вт или 10 кВт.

При протекании через нить накаливания осветительной лампы электрический ток испытывает большее электрическое «трение», затрудняющее его протекание, чем при протекании по проводу линии электропередачи гораздо большего диаметра. При протекании через нить накаливания падение напряжения (давления) должно быть значительно большее, чтобы ток по величине был равен току, протекающему по линии электропередачи. Об этом соотношении между напряжением, током и «трением» говорится в законе Ома. Электрическое «трение», определяющая трудность протекания электрического тока через провода или электрическое оборудование, называется сопротивлением (R, Ом).

Согласно закону Ома, напряжение равно произведению тока на сопротивление ($U = I$ х R.). Электрический ток I, протекающий через проводник, равен падению напряжения на проводнике U, деленному на сопротивление R ($I = U / R$). Вследствие того, что сопротивление обычно является постоянным, из закона Ома следует важное соотношение. Для того чтобы увеличить вдвое протекающий через провод ток необходимо также вдвое увеличить приложенное к нему напряжение.

Если совместно рассматривать закон Ома и определение мощности, то можно понять, почему используется высокое напряжение для передачи электрического тока. Сначала рассчитаем сопротивление линий передачи на рис. 1. Используя закон Ома к одному из проводов линии электропередачи ($R = U / I$), получим, что R =10 / 1000= 0,01

Ом. Теперь представим себе, что напряжение на зажимах генератора на рис. 1 равно 1000В, а ток равен 100 А. Выходная мощность при этом не изменится и составит 100кВт. Каковы будут потери в линии электропередачи при таких условиях? В соответствии с законом Ома падение напряжения между двумя концами линии $U = I$ x R= 100 x 0,01 = 1В, что в 10 раз меньше, чем на рис. 1. Кроме того ток в линии равен 100 А, что также в 10 раз меньше, чем на рис. 1. Потеря мощности в линии равна ΔP = 1 В x 100 А = 100 Вт, что в 100 раз меньше чем на рис.1. Таким образом, увеличение напряжения в 10 раз без изменения передаваемой мощности уменьшает потери в линии в 100 раз. Из 20 кВт мощности, которые раньше терялись, 19,8 кВт могут быть теперь использованы потребителями.

Потери в линии: $\Delta P = \alpha P^2$, где $\alpha = R_l / U^2$. Потери в линии ΔP, пропорциональны квадрату мощности *P*, потребляемой нагрузкой, и сопротивлению в линии R_L и обратно пропорциональны квадрату напряжения в линии *U*. Это соотношение объясняет уменьшение потерь с увеличением напряжения.

Для того чтобы вывести это соотношение, представим себе, что мощность нагрузки изменяется, а системный оператор поддерживает постоянное напряжение. Потребляемая мощность нагрузки равна $P = U \cdot I$, где ток, протекающий через нагрузку по величине равен току, протекающему в линии. Поэтому ток в линии электропередачи I_L равен *I* и равен соотношению *P/U*. По закону Ома разность напряжений между началом и концом линии электропередачи определяется следующими соотношениями: $\Delta U = I \cdot R_L$ $\Delta P = \Delta U \cdot I$

$$\Delta P = I^2 \cdot R_L = \left(P / U\right)^2 \cdot R_L .$$

Из выражения следует, что потери мощности в линии прямо пропорциональны квадрату мощности, передаваемой по линии, и обратно пропорциональны квадрату напряжения в этой линии. Например, при увеличении напряжения с 200В до 500кВ переменного тока потери мощности в линии электропередачи уменьшатся примерно в шесть миллионов раз. Это делает передачу большой мощности на большие расстояния выгодной на большом напряжении [4-5].

В электрических сетях переменного тока используются трансформаторы для повышения напряжения и передачи электроэнергии на большие расстояния, у потребителей с помощью понижающих трансформаторов снижают напряжение до безопасного уровня для потреб-

ления [4].

Потери мощности в линии пропорциональны квадрату мощности, потребляемой нагрузкой, соответственно две одинаковые по мощности нагрузки создают в 4 раза большие потери, чем каждая из этих нагрузок по отдельности. Это делает невозможным какое-либо аргументированное разнесение суммарных потерь по отдельным нагрузкам. Точно так потери в линиях из за параллельной работы генераторов не могут быть отнесены к конкретному генератору.

Библиографический список:

1. Geo-Information System In The Intellectual Network Management Structure / Efanov A. V., Oskin S. V., Khorolsky V. Ya, Yarosh V. A., Shemyakin V. N. // Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences. 2018. Vol. 9. Is. 6. Pp. 1582-1587.

2. Контроль состояния электрооборудования путем проведения тепловизионного обследования. Жданов В.Г., Логачева Е.А.,Сошников В.В. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 78-я Научно-техническая конференция СГАУ. 2014. С. 73-76.

3. Presentation of spatial data of electric networks in geo-information systems / Yarosh V., Efanov A., Yastrebov S., Privalov E. // Engineering for Rural Development. 2019. P. 1661-1666.

4.Исследование частотных характеристик сельскохозяйственных материалов с целью обеспечения безопасности СВЧ-технологий. /Логачева Е.А., Жданов В.Г., Зобнин В.И. // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 55. С. 203-209.

УДК

БАЛАНС РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Ярош В.А., Жданов В.Г., Логачева Е.А., Федорцов М.А., Левченко Н.А.
Ставропольский государственный аграрный университет,
г.Ставрополь Россия

В статье рассмотрены основные потребители реактивной мощности, потери и генерация реактивной мощности в элементах электрических сетей. Дается обоснование необходимости поддержания баланса реактивной мощности как для системы в целом так и для отдельных узлов электрической сети.

Ключевые слова: реактивная мощность, баланс, потери мощности, генерация.

Обычно, когда мы говорим о реактивной мощности, мы имеем в виду индуктивную мощность. Реактивная (индуктивная) мощность потребляется индуктивными элементами электрической системы, а также реактивная можность (емкостная) генерируется в емкостных или других аналогичных элементах. Суммарные потери реактивной мощности в электрической сети большие и составляют около 50 % от реактивной мощности, поступающей в эту сеть [1].

Потери в трансформаторах составляют основную часть потерь реактивной мощности, это примерно 70-75 % от всех реактивной мощности, поступающей в сеть [2, 3]. Например, в трансформаторе ТДТН-40000/220 при 80 % загрузке потери реактивной мощности составляют 12%. В реальных электрических сетях по пути от электростанции до конечного потребителя напряжение трансформируется самое меньшее 3 раза. Соответственно потери реактивной мощности в трансформаторах и автотрансформаторах увеличиваются пропорционально.

Вторы основным потребителем реактивной мощности являются асинхронные двигатели. На промышленных предприятиях на долю асинхронных двигателей приходится 65-70 % реактивной мощности, потребляемой предприятием. На трансформаторы приходится 20-25 % и около 10 % на воздушные линии электропередач и другие приемники – люминесцентные лампы, индукционные печи и т.д. [4].

Общая потребляемая реактивная мощность определяется выражением

$$\sum Q_{потр} = \sum Q_{н} + \sum \Delta Q,$$

где $\sum Q_{н}$ – суммарная реактивная мощность нагрузки;

$\sum \Delta Q$ – суммарные потери реактивной мощности.

Суммарная реактивная мощность нагрузки

$$\sum Q_{н} = \sum P_{н,i}\ tg\varphi_{i}\,,$$

где $\sum P_{н,i}$ – активная мощность i-й нагрузки; $tg\varphi_{i}$ – тангенс угла φ i-й нагрузки.

Суммарные потери реактивной мощности

$$\sum \Delta Q = \sum \Delta Q_{л} - \sum \Delta Q_{c} + \sum \Delta Q_{т},$$

где $\sum \Delta Q_{л}$ – суммарные потери реактивной мощности в линии;

$\sum \Delta Q_c$ – суммарная генерация реактивной (емкостной) мощности в проводимостях продольной части линии; $\sum \Delta Q_m$ – суммарные потери реактивной мощности в трансформаторах.

Потери реактивной мощности в линии определяются выражением

$$\Delta Q_л = \frac{S_л^2}{U_{ном}^2} x_л .$$

Генерация реактивной (емкостной) мощности в проводимостях линии

$$\Delta Q_c = U_{ном}^2 b_л .$$

Генерация в линии длиной l=100 км приведена ниже:

$U_{ном}$, кВ	110	150	220
Q_c, Мвар	3	6,5	12,6

Приблизительно потери реактивной мощности и генерация емкостной мощности в линиях принимаются примерно равными:

$$\sum \Delta Q_л \approx 0{,}1 S_л , \quad \sum \Delta Q_c \approx 0{,}1 S_л .$$

Потери реактивной мощности в индуктивности и генерация в емкости имеют разные знаки, поэтому их сумма равна нулю

$$+ j\Delta Q_л - jQ_c = 0 .$$

Соответственно и суммарные потери по сети связаны равенством:

$$\sum Q_c \approx \sum \Delta Q_л .$$

Для воздушных линий при соблюдении этого равенства говорят о передачи по линии натуральной мощности.

Потери реактивной мощности в n параллельно работающих трансформаторах

$$\Delta Q_m \approx n S_{ном} \frac{U_к \%}{100} .$$

При стандартных значениях $U_к \%$, потери в трансформаторах равны:

$$\Delta Q_m \approx 0{,}1 n S_{ном} \approx 0{,}1 S_н ,$$

где $S_н = nS_{ном}$ – полная мощность нагрузки на подстанции.

В сетях с несколькими ступенями трансформации *m* сумарные потери в трансформаторах примерно будут равны:

$$\Delta Q_{m,\Sigma} \approx 0{,}1 m S_н$$

В любой электрической сети должен соблюдаться баланс полной мощности для поддержания нормального режима работы. При этом необходимо обеспечить баланс реактивной мощности как для системы в целом, так и для отдельных узлов питающей сети. Баланс реактивной мощности следует поддерживать для следующих режимов работы сети:

а) наибольшая реактивная нагрузка при наибольшем потреблении реактивной мощности и наибольшей необходимой мощности компенсирующих устройств;

б) наибольшая активная нагрузка, что связана с наибольшей загрузкой генераторов активной мощностью и с наименьшей их реактивной мощностью;

в) наименьшая активная нагрузка, что связано с отключением части генераторов и невозможностью генерации ими заметного количества реактивной мощности;

г) режимы послеаварийные и ремонтные, связанные с наибольшими ограничениями на передачу реактивной мощности по сети.

Библиографический список:

1. Эксплуатация линий распределительных сетей систем электроснабжения / Е.Е. Привалов, А.В. Ефанов, С.С. Ястребов, В.А. Ярош. Москва-Берлин: Директ-Медиа, 2018.

2. Электрические станции и Подстанции / Ярош В.А., Ефанов А.В., Привалов Е.Е., Ястребов С.С. Москва-Берлин: Директ-Медиа, 2019. Том. Часть 1. 79 с.

3. Электрические станции и Подстанции / Ярош В.А., Ефанов А.В., Привалов Е.Е., Ястребов С.С. Москва-Берлин: Директ-Медиа, 2019. Том. Часть 2. 92 с.

4. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. М.: Энергоатомиздат, 1989. 592 с.

5. Исследование частотных характеристик сельскохозяйственных материалов с целью обеспечения безопасности СВЧ-технологий. /Логачева Е.А., Жданов В.Г., Зобнин В.И. // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 55. С. 203-209.

УДК 62-1/-9

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА В ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Лемешко М.А., Коноваленко А. Ю.
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ
г. Шахты, Россия

Статья посвящена направлению в гелиоэнергетике, в котором исследуется вопрос получение электроэнергии посредством тепловых машин, работающих от солнечной энергии. В частности, рассматривается разработка тепловых машин, в которой энергия разогретого пара вращает выходной вал, с которым кинематически соединён электрогенератор. Рассмотрены теоретические вопросы выбора рабочего тела для паровых машин, работающих на солнечной тепловой энергии.

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, гелиоэнергетика, солнечный коллектор, теплообмен, паровая машина, электрогенератор

Возобновляемая энергетика включает различные методы использования солнечной энергии [1] и это обстоятельство давно известно учёным, занимающимся гелиоэнергетикой. Одним из направлений исследований в данной области являются методы преобразования тепла солнца в перегретый пар с последующим использованием этого пара для вращения турбины или поршневого двигателя для вращения электрогенератора. Таким образом обеспечивается получение электричества от тепла солнца [2]. Интерес для анализа подходов по использованию солнечной энергии представляет энерго- ресурсосберегающая установка, описанная в патенте [3]. Сущность подхода заключается в том, что паровые машины могут работать не только на энергии водяного пара; но и пара рабочего тела, с низкой температурой парообразования. Низкая температура кипения рабочего тела при нормальном давлении увеличивается с увеличением давления в замкнутой среде. Например, хладагенты типа фреоны при нормальном атмосферном давлении имеют температуру кипения - 50… - 10 ^{0}С. Но при высоком давлении (20-50 атм.) температура таких кипения хладагентов повышается до +30 …+80 ^{0}С. Это важное обстоятельство подтверждает возможность использовать энергию солнца в солнечных коллекторах различного типа, для парообразования таких рабочих тел с использованием солнечной тепловой энергии.

Как известно [4], в среднем за день рабочая температура в солнечном коллекторе плоского типа составляет 50-60 ^{0}С. Для вакуумных трубчатых коллекторов диапазон рабочих условий значительно больше, температура кипения рабочего тела с низкой температурой кипения при нормальном атмосферном давлении равна -10…-50 ^{0}С, в таких коллекторах, при давлении 20- 50 атм. обеспечивается при температуре окружающего воздуха до -10 ^{0}С.

На рисунке 1 приведена зависимость температуры от давления для точек кипения фреонов [5].

При разработке идеи проекта, мы учитывали, что в солнечную, жаркую, безветренную погоду температура поверхности солнечного коллектора черного цвета может достигать 120- 150 ^{0}С, а иногда и выше. Поэтому в системе управления подачей пара в паровую машину поршневого типа или в парогазовую турбину, предусмотрены мероприятия по сохранению параметров работы системы в зоне допустимых значений. Кроме того, в конструкции системы предусмотрены средства защиты от чрезмерного повышения давления или от его катастрофического скачка. Учитывая, возможность применения в разрабатываемых паровых машинах не в полной мере безопасные рабочие тела, предусмотрена многоуровневая защита от разгерметизации специального солнечного коллектора и линий движения рабочего тела.

Под действием солнечного излучения рабочее тело в специальном солнечном коллекторе переводится из жидкого состояния в парообразное. При этом в связи с замкнутостью объёма внутри корпуса специального солнечного коллектора и ввиду подвода к рабочему телу теплоты, давление пара внутри корпуса коллектора будет рости до 25-30 атм. Таким образом получается перегретый пар повышенного давления, который, как известно, может быть использован для работы паровой машины. Энергия пара под давлением может быть преобразована во вращающий момент, например, в поршневой паровой машине. К выходному валу паровой машины подключается электрогенератор, которым генерируется электроэнергия. После выхода пара из тепловой он конденсируется в конденсаторе и переходит вновь в жидкое состояние. При этом температура конденсации поддерживается в диапазоне 20-30 ^{0}С. Температурные режимы работы паровой машины, связаны с типом рабочего тела (его теплофизическими свойствами), давлением пара на выходе из парогенератора (специального солнечного коллектора), с давлением пара, переходящего в жидкость при конденсации в конденсаторе. В зависимости от типа рабочего тела, и рабочее давление пара, и давление конденсации, и температура нагрева и температура конденсации различны.

Рис.1. Диаграмма зависимости температуры кипения от давления

Нами разрабатывается тепловая машина, работающая на тепле солнца. В тепловой машине планируется использовать, как и в компрессионном холодильнике, замкнутый цикл работы. Поэтому рабочее тело не будет загрязнять окружающую среду. Как было выше показано, в качестве рабочего тела в паровой машине используется не вода, а вещество с низкой температурой кипения при нормальном атмосферном давлении. В качестве таких рабочих тел могут быть использованы фреоны, аммиак, спирт и другие аналогичные по физическим свойствам вещества [5]. Для примера, в таблице1, приведены теплофизические свойства хладагента R290. Как видно в приведённой таблице, при нормальном атмосферном давлении температура кипения рассматриваемого вещества составляет – 42,09 ^{0}С. Однако при давлении 2 атм., вещество находиться в жидком состоянии до нагрева его до температуры +50 ^{0}С. При этой температуре жидкость переходит в фазу влажного пара, а при повышении температуры выше, в фазу перегре-

того пара. В замкнутом объёме с ростом температуры будет рости давление.

Полученный пар после выполнения работы в паровой машине, с падением давления, вновь переходит в жидкое состояние. При этом давление снижается до 15-18 атм., а температура пара уменьшается в конденсаторе до 20-30 ^{0}С. Далее процесс повторяется в замкнутом цикле. В качестве рабочего тела могут быть использованы безопасные вещества нового поколения, которые применяются в холодильной технике [5].

Таблица 1

Тепло -физические свойства хладагента «R290»

Параметр	Значение
Нормальная температура кипения (р=101 кПа), С	- 42.09
Температура кипения при давлении (р=2,0 мПа), С	+ 50
Плотность при 45°С, кг/м^3	585.3
Потенциал разрушения озона (ODP)	0
Потенциал глобального потепления (GWP)	3
Температура самовоспламенения в воздухе (р=101кПа)	466°С

В разрабатываемом нами варианте тепловой машины используется солнечные коллектора специальной конструкции, в которых будет под действием солнечной энергии выполняться парообразование относительно высокого давления. Подача в полости солнечных коллекторов жидкого рабочего тела будет выполняться насосами высокого давления. На рисунке 1 приведена схема разработанной машины. Основным элементом машины является теплоприемник в виде системы солнечных коллекторов. Как известно, в наилучших условиях, например, на юге России, в полдень, когда солнце находиться в зените мощность солнечного потока равна 1000 Вт /м^2.

В реальных условиях это значение будет ниже и зависит от положения солнца к зениту. Условно, для расчётом примем значение мощности солнечной энергии 500 Вт/м^2. Полагая, что преобразование энергии пара в механическую работу составит будет выполнено с КПД , равном 20 % . мощность на валу тепловой машины составит примерно 100 Вт. Это относительно не высокая мощность для генератора электричества, поэтому для разрабатываемой тепловой машины необ-

ходимо применять систему солнечных коллекторов. общей площадью, например 100 м^2. Этому будет соответствовать система теплоприемников размером 10*10 м.

Суммарная мощность теплопритока от солнца, для такой системы коллекторов составит 50000 Вт, а мощность на выходном валу тепловой машины составит 10000 Вт., т.е. 10 кВт. Это уже приемлемая мощность для, например, частного домохозяйства. Следует выделить то обстоятельство, что температура парообразования будет низкой (50-60 ^{0}С), поэтому тепловые потери будут относительно не высокими. Анализ тепловых процессов в аналогичных тепловых машинах, а также в практике применения солнечных коллекторов, послужил поводом разработать определенные правила, или условия проектирования разрабатываемого устройства (системы):

-Минимизация потерь тепла (минимум теплообменников);

-Обеспечение непрерывности процесса генерации пара высокого давления.

-Контроль герметизации системы.

-Защита от перегрева, от превышения предельного значения давления в коллекторе

-Программное управление процессом

Рассмотрим этапы (фазы) обращения с рабочим телом в разрабатываемой тепловой машине.

В таблице 2 приведены наиболее существенные этапы работы системы генерации электроэнергии.

Выделенные этапы функционирования разрабатываемой системы генерации электроэнергии за счёт энергии солнца приняты нами при разработке и проектировании такой системы, при конструировании конструкции специального солнечного коллектора.

Таблица 2

Этапы генерации энергии

Восприятие тепла инфракрасных лучей солнца. Нагрев поверхности или адсорбера солнечного коллектора	Использование специального солнечного коллектора
Подача рабочего тела в зону его нагрева	Использование насоса высокого давления
Организация преобразования тепловой энергии в механическую работу; выбор рационального преобразователя	Использование или поршневой паровой машины или турбины. В зависимости от производительности.
Преобразование механической работы вращения в электричество; выбор рационального электро-	Использование эффективного электрогенера-

генератора	тора и и стабилизатора частоты вращения
Обеспечение регулирования и работы системы контроллером управления, разработка программы управления	Последовательное подключение выхода каждого солнечного коллектора к общей системе (ресиверу) высокого давления.
Учет облачности и ночного времени суток.	Корректировка режима работы

Опишем кратко разрабатываемый способ и устройство для преобразования энергии солнца в электричество посредством парового двигателя. Схема преобразования энергии солнца в электричество с использованием паровой турбины приведена на рисунке 1. В процессе проектирование нами принята параллельно –последовательная работа нескольких однотипных специальных солнечных коллекторов. Такой подход обеспечивает регулировать производительность парообразования, при переменных погодных условиях и при изменении температурных условий работы системы.

Работа системы начинается с подачи жидкого рабочего тела в полость специального солнечного коллектора через управляемые клапана «А». Под действием насоса высокого давления расчётная порция жидкости подаётся в один или несколько солнечных коллекторов, как было ранее сказано, в зависимости от условий работы системы. Под действием тепла солнца подводимое тепло к корпусу коллектора обеспечит переход рабочего тела из жидкого состояния в парообразное при этом давление внутри солнечного коллектора увеличится до рабочих значений. Чем больше будет передаваться рабочему телу количества теплоты, тем больше будет объём получаемого пара. Учитывая относительно высокое значение коэффициента парообразования рабочего тела этот процесс будет не мгновенным, но может быть рассчитан по времени и по производительности получения пара с необходимым рабочим давлением. В зависимости от тепловой мощности подводимой энергии в парообразовании может быть использовано переменное число специальных солнечных коллекторов.

Выход из солнечных коллекторов соединён через управляемые клапана «В», с напорной магистралью и параллельно в буферным ресивером – накопителем пара и стабилизатором значения давления. Буферный ресивер (3), сглаживающий колебания давления на выходе из парогенератора, снабжен перепускным клапаном (2), для защиты от превышения предельного значения давления перед входом в паровую

машину. Процессом парообразования и подачи парав тепловую машины управляет программируемый контроллер (на рис.1 не показан). Подача жидкого рабочего тела в корпус специального солнечного коллектора выполняется по команде с программируемого контроллера через клапана «А»(обозначенные на рис.1). Подача перегретого пара в паровую машину обеспечивается управлением клапанами «В».

Конструкция специального солнечного коллектора выполнена с условием достаточности его прочности, учитывая высокое давление в его корпуса. В тоже время выбор материала корпуса солнечного коллектора выполнялся из условий прочности, теплопроводности и химической стойкости. Было разработано несколько вариантов конструкций, но экспериментально был определен вариант выполнения плоского коллектора из алюминиевых труб повышенной толщины.

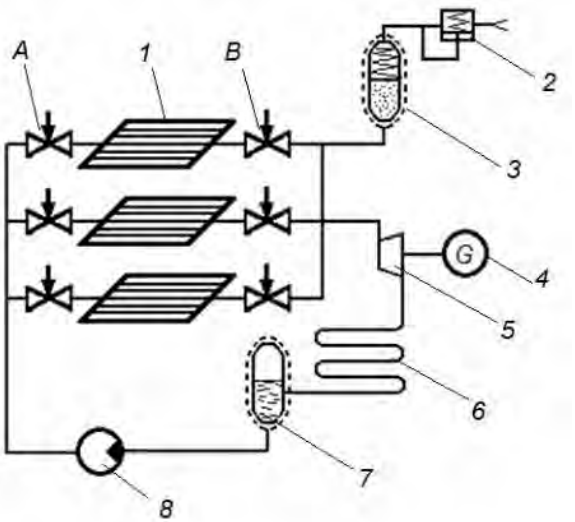


Рис. 1. Схема тепловой машины преобразования энергии солнца в электроэнергию

Кратко опишем принцип работы тепловой машины, преобразующей энергию тепла солнца в электроэнергию. Началом рабочего цикла является подача жидкого рабочего тела под давлением в корпус специального солнечного коллектора (1). Подача обеспечивается насосом высокого давления (8) и открытием управляемого клапана (А). В циклической работе системы, сигналом подачи порции жидкого рабочего тела является падение давление в корпусе специального солнечного коллектора, по датчику давления. После подвода тепла к специ-

альному солнечному коллектору, рабочее тело нагревается и переходит в парообразное состояние, давление повышается. Одновременно в нескольких солнечных коллекторах формируется достаточный объем пара для работы паровой машины. Буферный ресивер (3), выравнивает колебания давления на выходе пара в сглаживающий колебания давления на входе в паровую турбину (5), выходной вал которой соединен с электрогенератором (4)

В случае чрезвычайной ситуации излишки пара сбрасываются во внешний накопитель через клапан предельного давления (2). Управляет процессом работы разработанной системы программируемый контроллер.

Выводы

Разработана тепловая машина, обеспечивающая получение электроэнергии за счёт тепла солнца.

Предложен метод передачи солнечного тепла рабочему телу паровой машины для минимизации тепловых потерь и максимального коэффициента полезного действия в специальном солнечном коллекторе.

Библиографический список:

1.Мак-Вейг Д. Применение солнечной энергии. Москва: Энергоиздат, 1981. ─ 216 с.

2.Volker Quaschning.«Understanding Renewable Energy Systems» Изд. Carl Hanser Verlag GmbH & Co KG, 2005. URL https://www.volker-quaschning.de/publis/regen_e/index.php/

3.Патент РФ № 2166103 С2, МПК[7] F 01 K 25/04 Способ преобразования тепловой энергии в механическую энергию и устройство для его осуществления. Заявка: № 99114909/06, от 07.07.1999: Опубликовано 27.04.2001. Заявитель и патентообладатели: Романовский В. А. Романовская А.М.

4.Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Гарькавый К.А. Вопросы теории и инновационных решений при использовании гелиоэнергетических систем Монография . М.: Энергоатомиздат, 2009. — 504 с.

5. Богданов С.Н., Иванов О.П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства вещества. Справочник. Ленинград «Машиностроение» Ленинградское отделение. -1976, 166 с.

УДК 332.12

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Костенко Ю.А., Украинская А.Д.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Автоматизированная система отопления позволяет в значительной степени снизить расходы на энергоресурсы, поддерживать комфортную температуру в помещениях и уменьшить количество обслуживающего персонала

Ключевые слова: автоматизация, теплосчетчик, циркуляционный насос, датчики, клапан, вентиль

Федеральный закон от 23 ноября 2009 года № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» ясно подчеркивает необходимость повышения энергетической эффективности зданий. Основной задачей Правительства в этой области является внедрение энергоэффективных технологий в строящиеся здания и переоснащение уже существующих. Эти вопросы можно решить посредством автоматизации инженерных систем.

Автоматизация зданий играет важную роль в экономии энергетических ресурсов, экономии времени человека и повышении уровня комфорта и безопасности.

Автоматизация инженерных систем представляет собой комплекс программно-аппаратных средств, главной задачей которых является эффективное использование энергетических ресурсов, повышение безопасности и уровня комфорта здания.

Известно, что важным фактором при производстве, транспортировке и потреблении тепловой энергии является автоматическое регулирование ее параметров. Во многих современных зданиях задачи регулирования потребленной тепловой энергии решаются посредством **автоматизации системы отопления**.

Автоматизация системы отопления представляет собой совокупность атвоматизации тепловых пунктов с индивидуальную автоматику на приборах отопления.

Автоматизация тепловых пунктов, в свою очередь, состоит из комплекта устройств: теплосчетчика; циркуляционного насоса;

1. регуляторов (перепада давления, погодного и температуры);
2. датчиков температуры; регулирующего клапана.

Подачей тепловой энергии в здание управляет погодный регулятор. Самым распространенным погодным регулятором, используемым в автоматизированных системах отопления, является продукт российского производства ТРМ32. Датчик температуры фиксирует температуру воздуха вне здания и передает данные на контроллер, тем самым воздействуя на регулирующий клапан с учетом температуры подающего и обратного трубопроводов. Циркуляционный насос необходим для осуществления циркуляции теплоносителя по отопительной системе. Главным элементом автоматики является теплосчетчик, необходимый для учета тепловой энергии и теплоносителя.

Функции автоматики теплового пункта:

- корректировка температуры теплоносителя в зависимости от температуры воздуха;
- учет тепловой энергии и теплоносителя;
- поддержание постоянного гидравлического режима системы отопления;
- поддержание заданных параметров горячего водоснабжения:;
- ограничение подачи тепловой энергии в нерабочие дни.

Индивидуальная автоматика включает в себя автоматические балансировочные клапаны и терморегуляторы на отопительных приборах. Балансировочные клапаны необходимы для распределения потоков теплоносителя по стоякам. Терморегуляторы отопительных приборов отвечают за поддержание оптимальной температуры в помещениях в зависимости от присутствия в них людей. Они состоят из регулирующего клапана, меняющего количество теплоносителя по команде термостатического элемента, чувствительного к изменениям температуры в помещении. Терморегуляторы с газонаполненными термоэлементами не допускают колебаний температуры в помещении и позволяют экономить тепловую энергию.

В последние годы все большую популярность приобрели цифровые термостаты, устанавливаемые в помещениях. Эти небольшие приборы, оснащенные термистором (датчиком температуры), позволяют устанавливать температуру в помещении индивидуально.

Стоит заметить, что для слаженной и оптимальной работы автоматизированной системы отопления необходимо выполнить комплекс вычислений при разных параметрах работы системы отопления.

Анализ данных энергоаудиторских компаний показывает, что в современных зданиях бюджетных и государственных учреждений в качестве автоматизированной системы отопления чаще всего используются теплосчетчики ВКТ-7 и ВКТ-5 российского производства, или автоматизированный тепловой пункт «Взлет АТП». Но опыт показы-

вает, что еще не все здания оснащены приборами учета тепловой энергии. Объясняется это тем, что население и руководители организаций не до конца понимают актуальности энергосбережения.

Самыми дешевыми из них являются комнатные регуляторы температуры. Термостатические вентили находятся примерно в том же ценовом диапазоне, что и регуляторы. Но нужно учитывать тот факт, что вентили устанавливаются на каждом отопительном приборе, соответственно, стоимость решения может увеличиться в десятки раз.

Автоматические регуляторы отопления и блоки дистанционного отопления котлом выполняют приблизительно одну функцию (управляют работой и параметрами котла отопления), и находятся в одинаковом ценовом диапазоне. Данные решения эффективны для небольших зданий, как частных, так и административных.

Наконец, полностью автоматизированный тепловой пункт (на примере «Взлет АТП») считается самым эффективным решением автоматизации. Эта «система в системе» позволяет экономить порядка 50% всей расходуемой тепловой энергии, и несмотря на высокую стоимость окупается за пару лет при установке на крупных объектах.

Энергосбережение посредством АТП осуществляется за счет следующих факторов:

- снижения температуры воздуха в помещениях в часы отсутствия людей (около 10-30% экономии);
- снятия вынужденных перетопов в межсезонные периоды (30-40% в эти периоды);
- учета при управлении температурой отопления (до 7%);
- коррекции температурного графика по фактической производительности приборов отопления.

Суммарная средняя экономия от внедрения автоматизированной системы отопления составляет 20-40% в жилых зданиях и 25-60% для объектов административного и производственного назначения.

Поэтому автоматизация системы отопления имеет много достоинств:

- экономия тепловой энергии и топлива ;
- обеспечение комфорта (сбалансированная система обеспечивает благоприятный температурный режим для находящихся в помещениях людей);
- экономия на обслуживающем персонале (автоматика осуществляет надзор и контроль за температурой, параметрами теплоносителя и топливом);
- безопасность и надежность.

Таким образом, автоматизация системы отопления — это первый шаг на пути к эффективному использованию энергетических ресурсов и энергосбережению.

Автоматизированная система отопления позволяет в значительной степени снизить расходы на энергоресурсы (тепловая энергия или топливо), поддерживать комфортную температуру в помещениях и уменьшить количество обслуживающего персонала.

УДК 662.6/9.001.5

ОСОБЕННОСТИ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ СЖИГАНИИ ВОДОМАЗУТНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Солодков С.А.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

В статье на основе результатов теоретических и экспериментальных исследований показывается влияние качества подготовки жидкого топлива на концентрацию и дисперсность сажистых частиц, образующихся при его сжигании, а также на излучательные свойства пламени. Доказывается большая эффективность сжигания водомазутных эмульсий с точки зрения радиационного теплообмена.

Ключевые слова: водомазутная эмульсия, сжигание, лучистый теплообмен.

Сжигание мазута на котельных и ТЭЦ сопряжено с рядом проблем, которые влияют на надежность работы оборудования и приводят к перерасходу топлива и загрязнению атмосферы:

- Обводнение мазута при разгрузке, транспортировке, хранении, что и является причиной проблем, возникающих при горении топлива.
- Ухудшение качества поставляемого в настоящее время мазута вследствие интенсификации переработки нефти (с целью получения большего количества светлых продуктов), приводит к повышению вязкости и температуры вспышки мазута.

- Из мазута испаряются легкие фракции, что приводит к повышению его вязкости и температуры вспышки.
- Загрязнение окружающей среды продуктами сгорания мазута (оксиды азота, сажа, бенз(а)пирен) и сбросными водами, содержащими нефтепродукты.
- Отложения сажи, копоти и кокса на поверхностях нагрева котлов из-за неполного сгорания топлива.
- Удаление воды из мазута требует дополнительных затрат.

Перечисленные проблемы снимаются при переходе на сжигание водотопливных (водомазутных) эмульсий (ВМЭ).

При сжигании обычного мазута углеводороды находятся в агрегатированном (связанном) состоянии. Процесс горения начнется на активной стороне каждого большого, «слипшегося» полимерного звена - кластера. При этом сгорание парафинов или серы будет неполным. Несгоревший мазут откладывается на поверхностях теплообмена и снижает КПД котлов.

Сжигание мелкодисперсной ВМЭ создает ряд положительных эффектов:

- рвутся кластеры тяжёлого топлива, при этом образуется большое количество активных сторон молекул, которые вступают в процесс сгорании значительно быстрее;
- происходит разрыв слабых молекулярных связей, с образованием углеводородов более лёгкого состава;
- вода переходит в мелкодисперсное состояние с образованием в топке котла свободных радикалов Н и ОН, которые участвуют в процессе горения как катализаторы.

Дисперсная структура ВМЭ обеспечивает вторичный распыл топлива в пламени. Капли воды внутри топливной оболочки, попавшие в зону горения, начинают нагреваться. Температуры кипения воды и мазута существенно отличаются (примерно на 200 град. С). Вода резко вскипает, а мазут в это время остается пока еще в жидком состоянии и препятствует испарению капель воды.

При достижении внутри капли критического давления происходит микровзрыв (перегретый водяной пар разрывает топливную оболочку и распыляет ее). Происходит многократное увеличение площади соприкосновения топлива с кислородом воздуха. Экономия топлива происходит за счет более полного сгорания мазута. Кроме того, при сжигании эмульсии часть капель последней долетает до поверхностей нагрева и взрывается на них, что способствует не только предотвращению отложений, но и очистке этих поверхностей от старых сажистых образований.

Исследование особенностей образования и выгорания твердых частиц, в первую очередь сажистых, имеет важное практическое значение. Оно позволяет предопределить влияние полидисперсности и концентрации твердых частиц на излучательную способность факела, а также оценить эффективность использования топлива.

Распределение сажистых частиц по размерам и их концентрация в основном обуславливается качеством жидкого топлива, его температурой, степенью однородности горючей смеси, величинной коэффициента избытка воздуха (а) и температурным полем топки.

При переходе от мазута на водомазутные эмульсии наблюдается изменение условий лучистого теплообмена и сокращение вредных выбросов в атмосферу. В связи с этим сделана попытка объяснить это влияние на основе некоторых особенностей образования и выгорания твердых частиц, принимая во внимание протекания отдельных гетерогенных процессов на их поверхности.

Известно, что эффективность сжигания жидкого топлива во многом определяется скоростью его испарения. В результате наличия процесса микродробления капель эмульгированного водой мазута сжигание дисперсной топливной системы в виде ВМЭ способствует значительному повышению скорости испарения топлива. Испарения капель эмульсии можно охарактеризовать практически одновременным выходом всех испаряемых фракций, сопровождающимся термическим разложением высокомолекулярных соединений. При этом нефтяной кокс образуется с самого начала превращения капли. Его частицы накапливаются на поверхности, образуя тонкую сетку. По мере убывания жидкой фазы сетка начинает выступать над жидкой поверхностью. После полного испарения остается высокопористый коксовый остаток.

При сжигании исходного мазута образуется малопористый коксовый остаток. Объяснением тому служит несколько меньшая по сравнению с эмульсией скорость испарения топлива. При этом радиус мазутных капель убывает медленнее эмульсионных, что создает определенные условия для более длительного пополнения поверхностного слоя испаряемой средой. Иными словами, средняя молекулярная масса мазутной капли увеличивается менее интенсивного по сравнению с каплей эмульсии.

При сжигании ВМЭ было обнаружено снижения коксовых остатков почти в 2 раза, что может найти объяснение в их более высокой пористости и исходной дисперсности по сравнению с нефтяным коксом, образующимся при сжигании мазута.

Повышение интенсивности испарения капель топлива оказывается значительное влияние на концентрацию и дисперсность сажистых частиц. Максимум сажеобразования наблюдается вблизи диффузионной области реакции, характеризуемой наибольшими температурами. При этом протекают реакции окисления, газификации и конверсии. Окисление сажи является тем процессом, от которого в основном зависит изменение размеров и концентрации сажи.

Таким образом, повышение интенсивности испарения топлива, связанное с использованием ВМЭ, способствует более раннему, а значит более быстрому и полному контакту с кислородом, как углеводородов газовой фазы, так и взвешенных в ней твердых горючих остатков. В первом случае понижается возможность образования и рост сажистых частиц, во втором - их выбросов.

По мере уменьшения концентрации кислорода большую роль начинают приобретать процессы газификации и конверсии. В этом случае также предпочтительнее является использование ВМЭ. Увеличение парциального давления водяного пара не только интенсифицирует реакцию $C+H_2O$, но и резко подавляет выход CO.

Рост дисперсности сажистых частиц при сжигании водомазутных эмульсий также находит объяснение в повышении скорости процесса испарения топлива, при котором в определённый момент создаются условия пересыщения углеводородного пара. Такое пересыщение обеспечивает рост концентрации зародышей сажи. Однако последующий быстрый и полный контакт испарившихся углеводородов с достаточным количеством окислителя и водяными парами интенсифицирует процесс их сжигания, тормозя тем самым гетерогенную реакцию роста частиц путем уменьшения объемной концентрации радикалов-зародышей.

Таким образом, для сажи, образующейся при сжигании водомазутных эмульсий, условия образования и выгорания будут наиболее благоприятными как с точки зрения окисления и газификации, так и в отношении сокращения времени процесса.

В связи с тем, что сажистые частицы образуются из углеводородов газовой фазы, можно утверждать о том, что нижний предел их размеров практически отсутствует. Теоретически они соизмеримы с размерами молекул углеводородного пара. Поэтому определение среднего размера высокодисперсных частиц целиком зависит от разрешающей способности увеличенного оборудования. Этим и можно объяснить большой разброс данных по нахождению среднего размера сажистых частиц.

На дисперсность сажи (α) и тепловая мощность топки (q_v) оказывают противоположное воздействие по сравнению с влиянием указанных факторов на концентрацию частиц сажистого углерода в дымовых газах.

Анализ микрофотографий частиц сажи, отобранных на выходе из топки при сжигании мазута и ВМЭ, показывает, что с ростом а их размеры увеличиваются, а с увеличением q_v- уменьшаются.

Характер изменения среднего диаметра капелек воды (d_{cp}) в зависимости от α и q_v можно объяснить, следуя точке зрения П.А. Теснера, согласно которой температура определяет число возникших зародышей сажи, время процесса - рост частиц. Снижение α и рост q_v способствует интенсификации процесса сажеобразования с одновременным возрастанием температурного уровня процесса.

При сжигании ВМЭ средний размер сажи 2-3 раза меньше, чем при сжигании мазута.

Таким образом, путем изменения параметров α и q_v можно регулировать результирующие излучения факела, а определяя концентрацию и размеры частиц сажи с последующей корректировкой параметров, - оценивать эффективность сжигания топлива и добиваться наилучших условий его использования.

Пламена жидких топлив представляют собой сложную полидисперсную и многокомпонентную среду. Тепловое излучение такой среды в основном определяется радиационными свойствами твердых частиц. Сажистые частицы обычно очень малы и их диаметры всегда меньше основных длин волн спектра излучения промышленных пламен. Поэтому оптическая плотность сажистого излучения весьма слабо зависит от размеров частиц. Поэтому оптическая плотность сажистого излучения весьма слабо зависит от размеров частиц. В то же время, при сравнительно низких значениях безразмерных коэффициентов ослабления лучей сажистыми частицами, высокая степень черноты светящихся сажистых пламен достигается главным образом за счет большой концентрации частиц.

На основе полученных данных было подсчитано число сажистых частиц, образующихся при сжигании мазута и ВМЭ (W_p=15%), в области выходного топочного окна, которое составило соответственно $1{,}5 * 10^{14}$ и $1{,}15 * 10^{15}$ частиц /м³. Их излучающая поверхность составляет 4,8 $м^2/м^3$ при использовании мазута 7,6 $м^2/м^3$ при использовании ВМЭ.

Несмотря на то, что массовая концентрация сажи, образующаяся при сжигании мазута, оказывается выше, чем при сжигании эмульсии, штучная и поверхностная концентрации последней превращают аналогичные концентрации первой. Вероятно, что в высокотемператур-

ной области факел такая разница будет значительно больше, что является ещё одним объяснением повышения интенсивности излучения факела при сжигании ВМЭ.

Действительно, при сжигании мазута в результате его относительно вялого испарения, не только процесс сажеобразования, но и процесс роста частиц протекает относительно долго. При сжигании ВМЭ время этих процессов сокращается. Это приводит к росту дисперсности частиц и к торможению гетерогенной реакции их роста, в результате чего облегчается выгорание сажи.

Следовательно, для сокращения разницы между конечными количеством и поверхностью частиц, образующихся при сжигании эмульсии и тем же возникающем при сжигании мазута, необходимо значительное начальное превышение первых над вторыми.

Из сказанного следует, что наиболее часто измеряемая на практике массовая концентрация сажи C_c не может однозначно характеризовать радиационные свойства пламени. При одних и тех же значениях C_c возможны весьма различные величины поглощательной (излучательной) способности (a_m). При одинаковых значениях C_c и толщиной излучающего слоя l величина a_m будет зависеть от величины коэффициента поглощения k, диаметра частиц d_{cp}, а следовательно, и от их штучной концентрации N, влияние которой, как установлено, очень значительно.

В соответствии с законом Бугера-Бера указанную зависимость можно выразить:

$$a_m = 1 - \exp\left(-k \cdot N \frac{d_{cp}}{4} l\right)$$

Если принять плотность сажи 2 г/см^3, C_c выразить в г/м^3, d_{cp} -в мкм, а l - в метрах, то формула принимает вид:

$$a_m = 1 - \exp\left(-0{,}75 \cdot k \cdot \frac{C_c}{d_{cp}} l\right)$$

Приведенными формулами удобно пользоваться для оценки поглощательной способности сравниваемых сажистых потоков.

Расчет показывает, что величина a_m в области, прилегающей к выходному окну, при сжигании мазута составляет 0,724, ВМЭ - 0,582, что хорошо согласуется, с экспериментальными результатами. Проверочный расчет интенсивности излучения обеих сажевых потоков в указанной области, проведенный с использованием найденных значе-

нием a_m, показывает близость полученных результатов с экспериментальными результатами. Они составляют соответственно 224 кВт/м^2 и 176 кВт/м^2.

Библиографический список:

1. Блох А.Г. Тепловое излучение в котельных установках. -Л.: Энергия, 1967г.- 325с.

2. Иванов В.М., Сметанников Б.Н., Кулаков Ю.И. Использование дисперсных топливных систем для утилизации горючих отходов и экономии топлива. - Химия и технология топлив и масел, 1980г., №11, с.59-61.

3. Батуев С.П. Улучшение экономических и экологических параметров котельных при сжигании водомазутных эмульсий // Новости теплоснабжения. – 2008 г. - N 12(100)..

4. Митор В.В. Теплообмен в топках паровых котлов. -М. -Л.: Машгиз, 1963г. -180с.

Солодков Сергей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, sasolod@mail/ru, РФ, г. Тула, доцент кафедры санитарно-технических систем Тульского государственного университета

УДК 532.57.082.22

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОГО РАСХОДА БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУЖИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Белоусов Р.О.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Рассматривается возможность замены классического метода определения расхода альтернативным (методом отбора проб)

Ключевые слова: гидравлика, расходомер, сужение потока

При определении фактических ("секундных") расходов часто применяют расходомеры, работающие по принципу сужения потока: в трубопровод вставляют суживающую арматуру (обычно диафрагму (шайбу) или трубу Вентури), перед сужением и после него предусматривают патрубки для подключения манометров (или дифманометра).

Определение расхода Q производится по формуле, исходя из полученного перепада давления, диаметра трубопровода и диаметра сужения.

Такие расходомеры достаточно надежны и удобны в эксплуатации, но имеют ряд недостатков:

1. В формулу входит коэффициент расхода, который или определяется по обобщенным формулам (результат дает значительную погрешность, что приводит к погрешности измерения расхода) или определяется лабораторно, что не всегда возможно в условиях реальной эксплуатации.

2. Установленная суживающая арматура вызывает дополнительные потери напора, что с точки зрения затрат на перекачку жидкости не совсем оптимально.

В качестве альтернативы можно предложить более энергосберегающий подход - без вставки в трубопровод суживающей арматуры (то есть будем иметь потери напора только во время непосредственного измерения расхода) и более точный, условно назовем его расходомером работающем "методом отбора проб":

1. Аналогично классическому методу устанавливаем на прямолинейный участок трубопровода диаметром D патрубки для подключения манометров (или дифманометра), расстояние между патрубками подключения L.

2. Ровно на середине участка устанавливаем спускной патрубок диаметром d ($d < D$) с краном и шлангом, опущенным в мерную емкость объемом W.

Технология получения исходных данных для вычисления расхода жидкости Q в трубопроводе такова:

1. Снимаем перепад давлений Δp_1.

2. Открываем кран (отбираем пробу) и наполняем мерную емкость, измеряя время наполнения емкости t .

3.Одновременно снимаем изменившийся перепад давлений Δp_2 (пока идет наполнение объема W).

Полученные значения Δp_1, Δp_2, W и t позволяют вычислить расход потока в трубопроводе Q:

Отобранный расход жидкости $q = W/t$;

Потери напора:

До отбора жидкости

$$\frac{\Delta p_1}{\gamma} = A \cdot Q^2 \cdot L,$$

где A - удельное сопротивление трубопровода, γ - удельный вес жидкости.

Во время отбора пробы

$$\frac{\Delta p_2}{\gamma} = A \cdot Q^2 \cdot \frac{L}{2} + A \cdot (Q - q)^2 \cdot \frac{L}{2}.$$

Совместное решение этих уравнений приводит к простой расчетной формуле:

$$Q = \frac{q}{1 - \sqrt{2 \cdot \frac{\Delta p_2}{\Delta p_1} - 1}}.$$

Ограничения предложенного метода: абсолютно точный результат достигается только при больших скоростях потока (квадратичный режим), при маленьких скоростях потребуется ввод поправочного коэффициента, значение которого будет темой следующей статьи.

Выводы:

1. Конструкция такого расходомера проще и дешевле классического.

2. Отсутствуют дополнительные потери напора.

3. В расчетную формулу не входят диаметр трубопровода, удельное сопротивление, удельный вес жидкости: следовательно, расходомер будет работать и при изменении диаметра или вида жидкости.

ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 556.5+502.5

ГЛАВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРНАЦИОНАЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ

Воробьев А.Е
Грозненский государственный технический университет, Ферганский медицинский институт общественного здоровья;
Воробьев К.А.
Российский университет дружбы народов, Институт проблем комплексного освоения недр РАН;

Представлены основные особенности интернационализации экологических вузов. Показаны факторы, приводящие к необходимости расширения интернационализации вузов экологического профиля. Описаны количество и деятельность российских и зарубежных вузов.

Ключевые слова: вузы, экология, интернационализация, проблемы, перспективы.

Введение. Окружающий нас мир претерпевает серьезные изменения из-за глобального потепления и всё увеличивающейся техногенной нагрузки, что проявляется в таянии полярных и высокогорных ледников, увеличения количества и мощности лесных пожаров, повышения уровня морей и океанов, их закисления, химического загрязнения вод, воздуха и почвы и т.д. [6,9]. При чем эта ситуация имеет глобальный характер, т.е. касается всех стран мира и практически всех людей на Земле.

Также необходимо отметить, что в настоящее время довольно широко признано, что дальнейшее экономическое и социальное развитие человечества во-многом зависит от состояния окружающей среды,

что предусматривает существенное снижение техногенного воздействия (в том числе - загрязнения) на биосферу. При чем, существующие глобальные экологические проблемы (такие, как радиоактивное и химическое загрязнение почв, воды и воздуха, образование токсичных и опасных отходов, деградация почв, вырубка лесов, изменение глобального климата и утрата биоразнообразия) не признают каких-либо государственных и политических границ и представляют собой довольно серьезную угрозу безопасности, здоровью и производительному труду человека.

Решение глобальных экологических проблем, угрожающих всему живому нашей планете, требует совместных наднациональных усилий, а также международного сотрудничества как на двустороннем, так и на многостороннем уровне, а кроме того – активного участия всех членов международного сообщества.

Одним из важных направлений усилий по защите окружающей среды является подготовка специалистов по профилям, связанным с охраной окружающей среды. Поэтому основной площадкой по выработке необходимых решений в области экологических проблем являются, прежде всего, высшие учебные заведения экологического профиля, которые не только распространяют собранную и переработанную информацию о состоянии окружающей среды на планете, но также расширяют объективные знания людей, через их соответствующее качественное образование.

Причины и целесообразность расширения интернационализации вузов экологического профиля. Необходимо отметить, что в XXI в. продолжается рост экологического образования в университетах, что является международным явлением, т.е. распространенно практически по всем странам мира. При этом, экологические вузы должны стать центрами передового опыта в области научных исследований и преподавания в сфере устойчивого развития человеческого общества, преобразований и изменений глобального климата, контроля за загрязнением, эффективного управления окружающей средой и всеми имеющимися в распоряжении человечества ресурсами и т.д.

Во-первых, во многих классических, технических и других университетах по всему миру появились различные экологические академические и научно-исследовательские программы.

Во-вторых, проблемы окружающей среды выходят далеко за рамки одной страны и даже региона (нескольких стран). Однако, в разных странах и, соответственно, в разных вузах отношение к проблемам и перспективам окружающей среды будет различным, т.к.

природоохранные знания и природоохранное законодательства в них различны.

Такая выраженная тенденция предполагает, что распространенность высшего экологического образования должна иметь существенную интернационализацию на международном межвузовском уровне.

Ранее западные вузы экологического профиля стремились к международному сотрудничеству, в том числе и с Россией.

Так, экологическая кафедра Центрально-европейского университета (г. Вена, Австрия) обучила около тысячи студентов из более чем 80 стран мира по различным экологическим направлениям.

Глобальное партнерство университетов по вопросам окружающей среды для устойчивого развития (GUPES) являлась одной из флагманских программ Отдела экологического образования и обучения Программы ООН по окружающей среде. Кроме того, Утрехтской сетью вузов был выдвинут академический проект «Зеленая студенческая мобильность», которая является частью законодательного и политического контекста, и ставящая экологические проблемы на первый план.

Необходимо отметить, что университеты с самым высоким рейтингом по окружающей среде и экологии расположены в 6 странах: Австралии, Великобритании, Китае, Нидерландах, Швейцарии и США.

Так, в отношении научной деятельности в области экологии, то наибольшее количество ведущих исследователей в мире принадлежит системе Калифорнийского университета: 192 связанных с ней исследователя присутствуют в рейтинге наук об окружающей среде Research.com. За ним следуют Университет Колорадо в Боулдере с 63 учеными и Калифорнийский технологический институт с 61 ученым (в том же рейтинге).

Среднее количество публикаций по дисциплине «Науки об окружающей среде» исследователей, входящих в первые 10 % ученых рассматриваемого рейтинга, составляет 1012 против гораздо низкого среднего показателя по всем вошедшим 910 университетам, а среднее количество цитирований ученых, входящих в топ-30 университетов, составляет 62056.

Самые выдающиеся исследователи в области наук об окружающей среде в мире связаны с [10]: Институтом экологической оценки и исследования воды, институтом химии Макса Планка, Королевским нидерландским институтом морских исследований, университетом Эхиме, университетом Помпеу Фабра, Норвежским институтом исследований воздуха, институтом биогеохимии Макса Планка, университе-

том образования Гонконга, Корейским нвциональным университетом, институтом тропосферных исследований Лейбница.

Международная деятельность является одним из основных направлений деятельности ИСЭИ БГУ (Беларусь). В настоящее время ИСЭИ БГУ заключил более 90 соглашений о международном сотрудничестве с вузами и научно-исследовательскими организациями более чем 20 стран мира (Российская Федерация, Республика Узбекистан, Китайская Народная Республика, Турция и др.). В среднем ежегодно заключается 13 соглашений о международном сотрудничестве [12].

Высшая школа Узбекистана также уделяет значительное внимание международным проблемам сохранения и улучшения окружающей среды. С целью эффективного управления местными, региональными и глобальными экологическими проблемами, укрепления регионального сотрудничества в области экологии и охраны окружающей среды, внедрения инновационных идей, практик и технологий в реализацию научного и интеллектуального потенциала республики, в РУз, на основании Указа Президента Республики Узбекистан «О мерах по преобразованию сферы экологии и охраны окружающей среды и организации деятельности уполномоченного государственного органа», был создан Центрально-азиатский университет по изучению качества окружающей среды и изменения глобального климата, так называемый «Зеленый университет» [11].

Этот университет является государственным высшим учебным заведением, академическая деятельность которого организована по принципу «Hub and Spoke». Эта модель основана на стратегическом и взаимовыгодном сотрудничестве, создании интегрированной академической системы, оптимизации имеющихся в распоряжении вузов ресурсов, широкой мобильности студентов и специалистов, и способствует существенному повышению потенциала местных специалистов, а также международному обмену знаниями и опытом.

Обучение студентов осуществляется на узбекском, русском и английском языках на основе кредитно-модульной системы с помощью лекций, лабораторных и индивидуальных занятий, а также практической работы в группах, критического мышления, решения задач и экспериментов. На этапе бакалавриата обучение студентов производится с учетом требований государственных образовательных стандартов Республики Узбекистан – на английском языке и на одном из официальных языков Организации Объединенных Наций.

Академические программы университета будут сформированы по двум категориям [11]: флагманские (профильные программы), часть из которых будет предоставляться совместно с ведущими университе-

тами мира в качестве совместных программ (совместных программ), а также в сотрудничестве с профильными вузами Узбекистана, с целью расширения экологической повестки дня и знаний.

Начиная с первого курса студентам предоставляется возможность пройти квалификационную практику в национальных промышленных и научных центрах, а магистрантам – продолжить обучение в ведущих зарубежных высших учебных заведениях и пройти квалификационную практику в престижных зарубежных компаниях через Фонд «Эл-Юрт Умиди».

Всего в Российской Федерации функционирует 268 вузов (рис. 1), где свыше 70000 студентов обучаются по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование», «Природообустройство и водопользование», «Защита окружающей среды» и другим.

Рис. 1. Количественные показатели уровней экологического образования в РФ [7]

Международное сотрудничество российских вузов, в области экологического образования и развитие его форм, как наиболее эффективный способ международного взаимодействия, впервые было апробировано в Балтийском регионе [13]. Так, к 2022 г. академическая и научно-исследовательские программы СБПУ объединяли более 200 университетов из 14 стран региона Балтийского моря.

Кроме того, экологические проекты разрабатывают вузы Арктического региона. Так, в САФУ было разработано несколько актуальных международных проектов [14]:

– CETIA: Прибрежная среда, технологии и инновации в Арктике (направленный на решение проблем, возникающих в результате морских разработок в чувствительной среде Арктики);

– Проект развития трансграничных Баренц-университетов (основанный на сотрудничестве университетов-партнеров, участвующих в сети BCBU, способствующий созданию высшего образования в Баренцевом регионе путем разработки совместных международных междисциплинарных магистерских программ в области циркумполярного здравоохранения и экологической инженерии);

– МАМБА: Модельное картирование морского мусора и микропластика в Баренцевом море;

– CLINF: Влияние изменения глобального климата на эпидемиологию инфекционных заболеваний и др.

Также имеются значительные перспективы развития международного сотрудничества в области экологического образования российских вузов Дальнего Востока и стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

При этом необходимо отметить, что настоящее время международное сотрудничество российских вузов больше направлено на университеты дружеских стран, что объясняется резкой сменой геополитических курсов западных стран (рис. 2), приведшей к приостановке многих международных экологических проектов и, соответственно, уменьшению развития экологического сотрудничества.

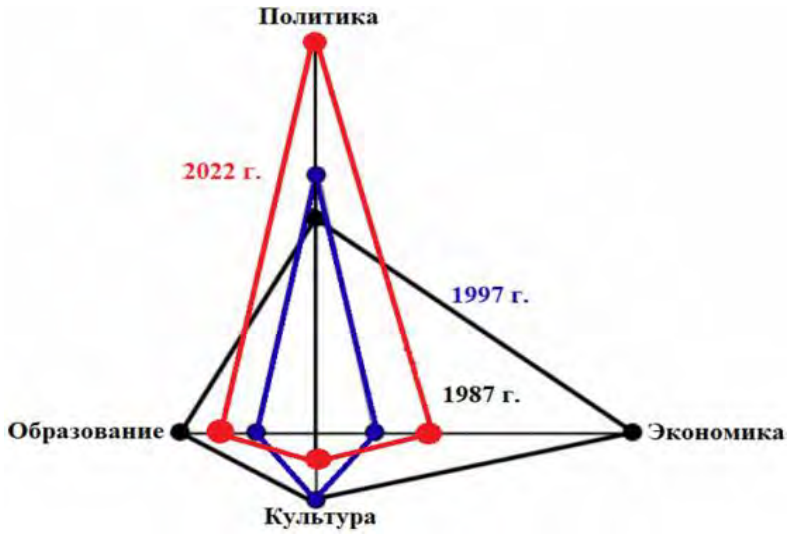


Рис. 2. Изменения геополитических факторов, определяющих интернациональную деятельность западных вузов

Кроме того, необходимо подчеркнуть значимость международного сотрудничества не только в региональном разрезе, но и по определённым экологическим вопросам [2-4].

Во-первых, остро стоит вопрос водных ресурсов, поскольку потребление и качество воды варьируется в разных государствах. Так, во многих странах АТР превышен уровень нормы потребления. К ним относят КНДР, Японию, Китай и Таиланд. Также существует нерешенные вопросы трансграничного водопользования и в странах ЦАР.

Подобная нагрузка на водные ресурсы не только способствует потребительскому отношению некоторых стран к этому исчерпываемому ресурсу, но и провоцирует конфликтные ситуации между странами, с трансграничными реками и другими водными ресурсами.

Во-вторых, весьма актуальны вопросы предотвращения радиоактивного загрязнения различных территорий, а также реабилитации уже загрязненных [8]. Например, экологическое сотрудничество Дальнего Востока России и Японии в этой области берёт своё начало в 1993 г., когда российские предприятия сбросили 800 т радиоактивных отходов в Японское море, что негативно сказалось на акватории этого водоёма, его биоте и проживаюўего в прибрежной зоне населении [5]. Или в результате произошедшей аварии на АЭС Фукуси́ма-1 (Япония) в 2011 г., первоначальный выброс радиоактивных газов (до 32 ПБк криптона-85, до 12 тысяч ПБк ксенона-131, до 400 ПБк йода-131, до 20 ПБк цезия-137) протянулся в восточном направлении и был рассеян над океаном. Кроме того, с водой было сброшено до 20 ПБк йода-131 и до 6 ПБк цезия-137. В результате этой аварии радиоактивному загрязнению подверглись прибрежные воды [1]: концентрация радиоактивных веществ в воде на расстоянии 30 км от АЭС оказалась в 1000 раз меньше, чем вблизи неё.

Власти Японии были озадачены подобными катастрофами, и нашли единственный выход, чтобы предотвратить такие ситуации в дальнейшем. Было решено наладить взаимодействие в сфере экологической безопасности по вопросу захоронения радиоактивных отходов.

Вывод. Адаптируясь к имеющейся современной международной ситуации, Россия начала активно сотрудничать со своими азиатскими и дальневосточными соседями, что действительно может послужить началом принципиально новой страницы в российской истории международного экологического сотрудничества.

Библиографический список

1. Авария на АЭС Фукусима-1 // https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D0%BD%D0%B0_%D0%90%D0%AD%D0%A1_%D0%A4%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%

81%D0%B8%D0%BC%D0%B0-1#%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B8%D1%8F.

2. Воробьев А.Е. Методология составления прогнозных эколого-геохимических карт регионов (на примере Калужской области) // Горный информационно-аналитический бюллетень №3, 1999. – М: МГГУ. – С. 23-25.

3. Воробьев А.Е., Мбел С., Соколов И.В. Эколого-топографические аспекты картографирования территории Республики Камерун с применением геоинформационных технологий. – М.: Изд-во «Эслан», 2008. – 236 с.

4. Воробьев А.Е., Сарбаев В.И. Оценка экологической безопасности автомобильных дорог методом ландшафтно-геохимического картирования территорий. – М.: МГИУ, 2000. – 51 с.

5. Клоков Н.С. Экологическая безопасность Северо-Восточной Азии через призму российско-японских отношений // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2009. № 92. С. 65–68.

6. Корчевский А.Н., Самойлик В.Г., Воробьев А.Е. Экология отраслевого производства. М., Инфра-Инженерия. 2023. – 168 с.

7. Марфенин Н.Н. Экологическое образование в вузах России за 30 лет. М., РАО. 2021.

8. Матвеевская А.С., Соколовская Д.А. Перспективы развития экологического сотрудничества Дальнего Востока и стран АТР // Россия в глобальном мире. 2023. Т. 26. Вып. 1. С. 7–19. DOI: 10.48612/rg/RGW.26.1. Издатель: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого.

9. Семячков А.И., Дребенштедт К., Воробьев А.Е. Геоэкология // Учебное пособие для ВУЗов горного профиля с грифом «Учебное пособие» УМО РФ по образованию в области горного дела / Под редакцией академика РАН В.Н. Большакова и академика РАН А.И. Татаркина. Екатеринбург. УГГУ. 2012. 289 с.

10. Best environmental sciences universities in the world 2023 // https://research.com/university-rankings/environmental-sciences.

11. Central Asian University for the study of environment and climate change Green University established in Uzbekistan // https://uzdaily.uz/en/post/81423.

12. International Activities // https://www.iseu.bsu.by/en/international-activity/about-international-activities-in-isei-bsu/?ysclid=lmk0uq95ly559589710.

13. Ionov V.V., Kaledin N.V., Kakhro N.M., Kassens H., Movchan V.N., Pfeiffer E.-M., Fedorova I.V., Zubrzycki S. Forms of international cooperation in environmental education: the experience of Saint Petersburg state university // Baltic Region. Vol. 8, № 4. 2016. P. 86—95. DOI: 10.5922/2079-8555-2016-4-8.

14. NArFU International Projects Overview // https://narfu.ru/en/university/international_profile/projects/?print=Y&ysclid=lnj3hzf8m4826565985.

УДК 502.3

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ РЕШЕНИЙ

Панарин В.М., Маслова А.А., Коваленко А.Н., Браун В.А.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Существующее состояние контроля в системе мониторинга управления качеством окружающей среды предполагает необходимость его совершенствования. Основное направление решения этой проблемы – создание автоматизированных систем контроля, мониторинга, прогноза загрязнения окружающей среды и поддержки принятия управляющих решений по обеспечению экологической безопасности промышленно развитых регионов. В статье представлена методология построения автоматизированной системы экологического мониторинга и поддержки принятия управляющих решений, приведены теоретические и методологические принципы организации систем мониторинга, структурная схема мониторинга.

Ключевые слова: автоматизированная система, экологический мониторинг, экологическая обстановка, принятие решений.

Мониторингом окружающей среды было предложено называть систему повторных наблюдений одного и более элементов окружающей природной среды в пространстве и во времени с определенными целями в соответствии с заранее подготовленной программой. Однако вскоре стало ясно, что такое определение сужает рамки содержания мониторинга и не позволяет во всей полноте раскрыть его цели и задачи.

В основе организации систем мониторинга учитываются общие теоретические и методологические принципы [1-2]:

1. Структурно-организационный принцип – система мониторинга любого уровня, являясь многоуровневой иерархической структурой, должна строиться с учётом взаимодействия с высшими системами и низшими подсистемами.

2. Функциональный принцип – мониторинг функционирует во времени как взаимосвязанная и взаимообусловленная система цепи постоянных наблюдений, оценки, прогноза и управления.

3. Обучающий принцип – с течением времени в системе работающего мониторинга качество прогнозов и эффективность управле-

ния должны закономерно улучшаться, система мониторинга во времени должна непрерывно совершенствоваться и строиться как «самообучающаяся» система.

4. Пространственный принцип – пространственная структура системы пунктов получения информации формируется в зависимости от вида мониторинга и определяется природными геологическими и инженерно-геологическими особенностями территории, типом и особенностями инженерных сооружений на ней, а также состоянием на ней экосистемы.

5. Временной принцип – частота наблюдений и сбора информации во времени в системе мониторинга полностью определяется динамикой наблюдаемых (изучаемых) процессов.

6. Целевой принцип – система любого мониторинга должна строиться с учётом достижения его конечной цели – оптимизации управления, что достигается на базе прогнозных оценок её развития путём выработки оптимальных управляющих решений и рекомендаций.

Таким образом, основные цели экологического мониторинга состоят в обеспечении системы управления природоохранной деятельности своевременной и достоверной информацией, позволяющей [3]:

• оценить показатели состояния и функциональной целостности экосистем;

• выявить причины изменения этих показателей и оценить последствия таких изменений, а также определить корректирующие меры в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются;

• создать предпосылки для определения мер по исправлению создающихся негативных ситуаций до того, как будет нанесен ущерб.

В этой связи основными задачами экологического мониторинга являются:

• наблюдение за источниками и факторами антропогенного воздействия, за состоянием природной среды и происходящими в ней процессами под влиянием факторов антропогенного воздействия;

• оценка фактического состояния природной среды, прогноз изменения состояния природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозируемого состояния природной среды.

Комплексная оценка экологической обстановки основывается на данных всех видов мониторинга, в том числе и на данных о состоянии здоровья населения, получаемых системой медико-экологического мониторинга. По степени превышения реальных концентраций загряз-

няющих веществ норм ПДК судят о степени загрязнения окружающей среды [4-6].

В общем виде структурная схема мониторинга показана на рисунке 1.

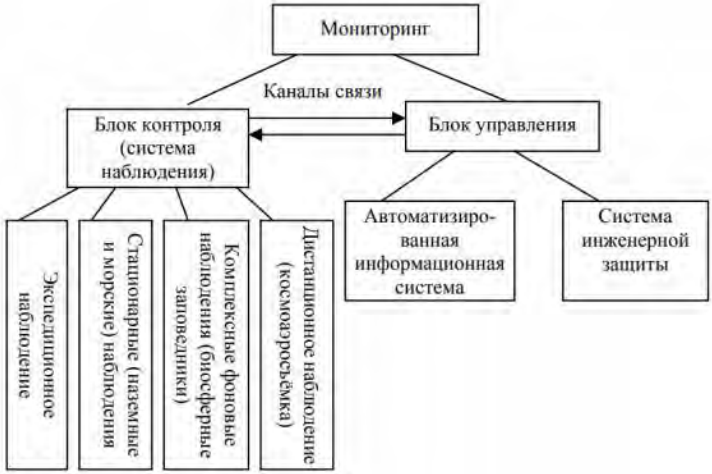


Рис.1. Структурная схема мониторинга

Из этой схемы следует, что её основными частями являются блок контроля (система пунктов получения информации) и блок управления (прогнозно-диагностический и управляющий центры), связанные между собой каналами передачи информации. Важными элементами структуры мониторинга являются:

- системы объектов мониторинга (почвы, воды, воздух и др.);
- системы производственных работ, составляющих производственную базу мониторинга (виды работ, которые используются при организации и проведении мониторинга);
- системы научно-методических разработок (разработка всего комплекса методик, используемых при планировании, организации и функционировании мониторинга, при проведении производственных работ, при анализе и оценке результатов наблюдений, при прогнозировании и выдаче управляющих решений;
- системы технического обеспечения (аппаратура для наблюдений и сбора первичной информации, датчики, индикаторы, технические средства, автотранспорт, лабораторное оборудование, компьютеры и средства связи и коммуникаций и др.).

Надо отметить, что для разных компонентов окружающей природной среды системы мониторинга развиты не одинаково. Наиболее совершенными в этой области являются системы контроля и мониторинга атмосферного воздуха, несмотря на то, что концепция эколого-аналитического контроля, действующая в настоящее время в России (Федеральная служба Российской Федерации по гидрометеорологии и мониторингу природной среды) достаточно устарела. В основу этой концепции положены принципы построения сети метеорологического контроля, стационарные, маршрутные и передвижные подфакельные посты наблюдений, периодический отбор разовых проб, их лабораторный анализ.

Таким образом, уже около 50 лет получают информацию о содержании загрязняющих веществ в атмосфере и динамике экологической обстановки по всей территории страны. Следует отметить, что многие из лабораторий оснащены устаревшими средствами пробоотбора и аналитическими приборами. Многие токсические вещества в этих условиях не определяются. Методы анализа и аппаратура разрабатываются и выпускаются многочисленными не связанными друг с другом предприятиями, фирмами, у которых нет единой методологической базы. Ведомственная разобщённость разработчиков и потребителей методов и средств экологического контроля мешает обеспечению единства и правильности измерений. Однако, с 90-х гг. XX в. в России внедряются компьютеризированные многоцелевые эколого-аналитические компоненты с высокочувствительными и избирательными методами анализа, унифицированными стандартными устройствами пробоотбора, универсальными хроматографическими и спектрометрическими анализаторами и системами экспрессного контроля на основе химических сенсоров, средствами метрологического обеспечения измерений, базами данных для идентификации анализируемых веществ, вычислительными комплексами для обработки, хранения и передачи полученной информации. Данная концепция коренным образом изменяет технику и технологию контроля, она рассчитана на определение многих токсических веществ, но требует больших капитальных и эксплуатационных затрат.

Лучшей следует признать концепцию экологической безопасности, разработанную Минатомом Российской Федерации и включающую в рамках единой системы комплексы производственного мониторинга, автоматизированные системы территориального контроля, автоматизированные системы контроля содержания различных химических веществ в воздухе и воде, стационарные посты радиационного и химического контроля.

Эти комплексы оснащены широким ассортиментом дозиметрических, радиометрических и спектрометрических приборов, в том числе индивидуальными и бытовыми дозиметрами для лабораторного и инспекционного радиационного контроля людей, производственных и жилых помещений, объектов окружающей среды, продуктов питания. Данная концепция обеспечивает непрерывный контроль загрязняющих веществ, представительный пробоотбор и достоверный анализ отобранных проб. Опыт организации контроля экологической безопасности на предприятиях Минатома Российской Федерации использован при разработке непрерывного контроля загрязняющих веществ в воздухе. Он заключается в непрерывном статистическом учёте концентраций загрязняющих веществ в контролируемых зонах, оперативной индикации недопустимого превышения содержания приоритетных загрязняющих веществ или их суммы и динамических методов метрологического обеспечения измерений. Такой контроль позволяет прогнозировать аварии и устранять предаварийные ситуации, обеспечивать безопасные условия труда и быта людей [7].

В России разработка и выполнение программ экологического мониторинга природной среды возложены на Единую государственную систему экологического мониторинга (ЕГСЭМ), созданную в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации 1993 г. В ЕГСЭМ применяется территориально-ведомственный принцип построения системы, предусматривается максимальное использование возможностей уже существующих государственных и ведомственных систем мониторинга биосферы, антропогенных воздействий, состояния биоты и экосистем.

Информация, полученная при осуществлении экологического мониторинга, используется при:

- разработке прогнозов социально-экономического развития Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований и принятии соответствующих решений;
- разработке федеральных программ в области экологического развития Российской Федерации, целевых программ в области охраны окружающей среды субъектов Российской Федерации, инвестиционных программ, а также мероприятий по охране окружающей среды;
- осуществлении экологического контроля и проведении экологической экспертизы; прогнозирование чрезвычайных ситуаций и проведении мероприятий по их предупреждению;
- подготовке данных для ежегодного государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды [8].

В настоящее время ЕГСЭМ в России не совершенна, так как региональные системы экологического мониторинга созданы не во всех субъектах Российской Федерации. К сожалению, в России для отдельных видов мониторинга составлялись свои организационные структуры и разрабатывались свои концептуальные программы развития, например, концепция мониторинга подземных вод России. Такой подход, обусловленный, в общем-то, ведомственными, а не государственными интересами, является принципиально неправильным, по крайней мере, по двум позициям: во-первых, создание отдельных не взаимодействующих систем мониторинга по разным компонентам окружающей среды (породам, почвам, подземным водам и т.д.) обойдётся государству в несколько раз дороже по сравнению с единой государственной комплексной системой; во-вторых, отделять в системе наблюдения один компонент от другого часто принципиально не верно, а в ряде случаев чревато серьёзными ошибками. Поэтому разработка государственной концепции мониторинга должна вестись по пути создания единой национальной комплексной системы экологического мониторинга, работающей по единому методическому подходу, а не по пути простого суммирования разрозненных систем мониторинга отдельных её компонентов. Проблема взаимодействия различных организаций, занимающихся мониторингом окружающей среды, является первоочередной проблемой в создании ЕГСЭМ.

Существующее состояние контроля в системе мониторинга управления качеством окружающей среды предполагает необходимость его совершенствования. Основное направление решения этой проблемы – создание автоматизированных систем контроля, мониторинга, прогноза загрязнения окружающей среды и поддержки принятия управляющих решений по обеспечению экологической безопасности промышленно развитых регионов.

Основу организационной структуры экологического мониторинга составляет автоматизированная информационная система (АИС), которая создаётся на базе компьютерных средств.

Задачами АИС мониторинга являются: хранение и поиск режимной информации о состоянии окружающей среды; целенаправленная постоянная обработка и оценка информации; выполнение перманентных прогнозов развития и состояния окружающей среды; решение оптимизационных задач по экологическому управлению.

Отсюда следует и сама структура АИС мониторинга которая состоит из четырёх взаимосвязанных основных блоков (рисунок 2), каждый из которых направлен на решение одной из перечисленных выше задач [9].

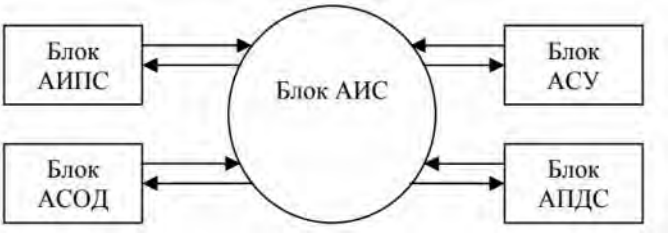


Рис.2. Организационная структура экологического мониторинга

Первый блок АИС составляет автоматизированная информационно-поисковая система (АИПС). Эта система представляет собой базу данных, реализованную с помощью ЭВМ. В систему АИПС из наблюдательной сети поступают все первичные данные об объекте мониторинга (в том числе и данные режимных наблюдений), они накапливаются в базе данных, предварительно обрабатываются, сортируются и используются затем во всех последующих операциях по оценке и прогнозу состояния экосистем.

Вторым блоком АИС является автоматизированная система обработки данных (АСОД). Эта система проводит целенаправленную обработку и оценку поступающей информации по мониторингу экосистем.

Третий блок АИС представляет собой автоматизированную прогнозно-диагностическую систему (АПДС).

С помощью этого блока решаются все вопросы по составлению перманентных (т.е. непрерывно продолжающихся, повторяющихся) прогнозов в соответствии с функциональной схемой мониторинга. Этот блок реализуется с помощью геоинформационных технологий (ГИС-технологий).

Четвёртый блок составляет автоматизированная система управления (АСУ), направленная на решение задач по управлению и разработке рекомендаций. Он также практически реализуется с помощью ГИС-технологий.

Все четыре блока АИС связаны друг с другом и образуют единую функционирующую систему. Основным вопросом при организации АИС является её информационное, техническое и математическое обеспечение.

Информационное обеспечение составляет содержательную основу, хранящуюся в базе данных для её последующего анализа, обработки, оценки, многоцелевого поиска, пополнения и выдачи. Данные собираются как из наблюдательных сетей мониторинга, так и из сто-

ронних источников (административных органов, проектных и производственных организаций, фондов, научных библиотек, архивов и др.). Поступающая в АИС любая информация должна быть унифицирована, т.е. приведена в вид, удобный для её дальнейшего использования в базе данных. Это чрезвычайно важный вопрос, особенно при создании разветвлённых локальных сетей мониторинга. Для унификации моделей входных и выходных документов системы мониторинга, а также унификации логической структуры баз данных разработчикам АИС следует придерживаться единых методических положений, а также общих рекомендаций по информационному обеспечению.

Первичная информация поступает в АИПС по так называемым информационным каналам связи. Начальным звеном в информационном канале связи являются приёмные устройства: датчики разной конструкции и функционального назначения. Из приёмного устройства информация фильтруется, т.е. проходит аппаратурную фильтрацию шумов, и затем подвергается первичной обработке с помощью различных стандартных программ на компьютере. После первичной обработки данных проводится интерпретация информации – наиболее сложный процесс в канале связи. После этого информация попадает в банк данных, где накапливается и используется для последующей обработки [10].

Техническое обеспечение АИС представляет собой комплекс аппаратурных средств для хранения и обработки информации, реализуемых на базе персональных компьютеров, а также оборудование информационных сетей и периферийные устройства (принтеры, плоттеры, графопостроители, сканеры, сетевые адаптеры и модемы и др.).

Математическое обеспечение АИС строится на базе следующих блоков программ: поисковые со статистической обработкой данных, прогнозно-диагностические и оптимизационные.

Поисковые программы представляют собой базы данных, каталоги, редакторы текстов, программы графической обработки информации, программы автоматизированного картографирования, проектирования и др.

Этот пакет программ должен уметь выполнять три основные функции: ввод новых данных об объектах наблюдений в системе мониторинга и их хранение, доступ к уже существующим данным (поиск) и первичный анализ данных.

Особо важную для организации мониторинга группу программных средств представляют компьютерные ГИС. С их помощью осуществляется построение всевозможных картографических моделей, составляющих важнейшую часть мониторинга. Информация

мониторинга заносится в базы данных, а затем в интерактивном режиме составляются цифровые модели карт и другие графические материалы (разрезы, трёхмерные диаграммы, график и т.п.).

Прогнозно-диагностические программы включают в себя различные модели (математические, имитационные и др.). Могут использоваться различные программные системы поддержки и коммерческие программы моделирования (Matlab, пакеты программ имитационного и динамического моделирования).

Все локальные АИС соединяются между собой каналами связи в единую сеть, которая и представляет собой АИС более высокого локального уровня организации мониторинга.

Организованные локальные информационные сети АИС могут соединяться в региональную и национальную сети. Их реализация проще всего основывается на использовании модемов. Однако для больших АИС регионального уровня, для сложной разветвлённой цепи национальной системы мониторинга с большим объёмом пересылаемой информации модемы не годятся. В этом случае могут использоваться три основных варианта соединения в региональную сеть.

Для получения объективной информации о состоянии и об уровне загрязнения различных объектов окружающей среды необходимо располагать надёжными средствами и методами экологического контроля. Повышение эффективности контроля за состоянием природной среды может быть достигнуто путем проведения теоретических исследований по обоснованию краткосрочного и долгосрочного прогнозов проявления неблагоприятных экологических ситуаций на территории промышленно развитого региона, принятия управленческих решений для предупреждения и предотвращения проявления неблагоприятных экологических ситуаций на территории промышленно развитых регионов, а также их реализации на практике в виде структур и функциональных схем станций автоматического мониторинга загрязнения атмосферного воздуха, водных объектов, состояния полигонов промышленных и коммунальных отходов, а также в разработке геоинформационного программного обеспечения автоматизированной системы программного обеспечения прогноза загрязнения окружающей среды и поддержки принятия управляющих решений по обеспечению экологической безопасности промышленно развитых регионов.

Библиографический список:

1. Andrianov D.E., Algorithm of representation of complex topologycal relations in geoinformation systems / D.E. Andrianov, A.V. Bulaev // Digital signal processing and its applications, march 29-31 2006: Proceeding of the 8-th international conference. Release VIII – 2. – Moscow.: RSTSREC, 2006. P. 669.

2. Andrienne Schmitz, Deborah L Brett Real Estate Market Analysis: A Case Study Approach. Urban Land Institute, 2001. 240 p. 110. C. Szyperski. Component Software HI. Beyond Object-Oriented Programming. Boston, MA: Addison-Wesley and ACM Press, 1998. SIMONE Software, 2007. [Электронный ресурс]. SIMONE Research Group http ://www. simone. eu/.

3. Billinton R., Singh C. Static generating capacity reliability evaluation - Proceeding of PSCC. -2008.

4. Bostel A.J., Sagar V.K. Dynamic control system for AGVs. Comput. and Contr. Eng. – 2007. -№4. -P.165-176.

5. Лукьянов О.В., Баюкин М.В., Нечеухин К.К. Оснащение стационарных источников выбросов автоматическими средствами контроля // Экология производства. – 2017. - № 6. – С. 24-28.

6. Бурман В.М., Кропотов Ю.А. Автоматизированная распределенная система экологического мониторинга окружающей среды модульного типа// Известия ОрелГТУ. Серия «Информационные системы и технологии». – 2008. - № 1-2/269(544). – с. 53-57.

7. Суворова Г.П. Функциональная структура системы экологического мониторинга промышленного региона [Текст] / Г.П. Суворова // Инновационный потенциал естественных наук : труды междунар. науч. конф. / Перм. Ун-т; Естествннонаучн. Ин-т [и др.]. – Пермь : РИО Пермского университета, 2006. – Т. II. Экология и рациональное природопользование. Управление инновационной деятельностью. – 325 с. – С. 139 – 144.

8. Механизм и модель оценки данных системы автоматизированного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха промышленно развитых регионов/ В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков, О.В. Гришакова// Экология и промышленность России, 2023. Т. 27. № 3. С. 40–45.

9. Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха промышленного региона в информационно-измерительных и управляющих системах мониторинга атмосферы/ В.М. Панарин, Н.А. Рыбка, А.А. Маслова// Ежемесячный научно-производственный журнал «Экологические системы и приборы». – 2019. - №5. – С.18-24.

10. Разработка математической модели прогноза загрязнения окружающей среды промышленно развитых регионов/ В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков, О.В. Гришакова, Д.В. Трещев// Экологические системы и приборы № 1. 2023 г. - С.17-24.

УДК 502.3:502.175:658.274

СТРУКТУРА И РЕАЛИЗАЦИЯ МОДУЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ИЗОЛЯТОРОВ ВЛ, ОСНАЩЕННОГО ДАТЧИКОМ ТОКА

Непомнящий В.Ю., Панарин В.М., Маслова А.А.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Представлена структура и реализация модуля дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ, оснащенного датчиком тока, который позволяет решить многие проблемы в этой об-

ласти, снизить количество аварийных ситуаций за счет предиктивного обслуживания и замены изоляторов. Модуль дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ предназначен для удаленной диагностики параметров опорных и линейных изоляторов ВЛ 6-220 кВ и обеспечения непрерывного мониторинга состояния арматуры.

Ключевые слова: дистанционный мониторинг, воздушная линия электропередач, модуль диагностики, цифровой двойник, цифровая модель.

Транспортировка электроэнергии от электростанции к потребителям является одной из важнейших задач энергетики. Электроэнергия поставляется преимущественно по воздушным линиям электропередач (ВЛ). Эффективность и надежность передачи энергии определяется состоянием сетей электроснабжения. Потери энергии при передаче через воздушные электросети довольно высоки. Мощность теряется как на оборудовании, обеспечивающем преобразование энергии, так и на протяженных проводных линиях. Важным фактором надежной работы ВЛ является состояние гирлянд изоляторов. Нарушения изоляционных свойств гирлянды изоляторов приводит к увеличению токов утечки, энергетическим потерям и, самое главное, к возникновению аварийных ситуаций при пробое изоляторов. Наличие неблагоприятных погодных условий (дождь, снег, туман, сильный ветер, гололед) приводит к дополнительным потерям. Мониторинг ВЛ позволяет решить многие проблемы в этой области, снизить количество аварийных ситуаций за счет предиктивного обслуживания и замены изоляторов [1-3].

В результате проведения НИОКР, был разработан лабораторный образец модуля дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ, в котором заложена структура обработки данных, полученных от датчика, установленного непосредственно в чашке изолятора, что позволяет обеспечить построение математической модели на основе выходных данных, получаемых от датчика. Здесь рассматривается оснащение модуля диагностики изолятора ВЛ датчиком утечки тока на землю [2].

Информация с датчиков модулей, размещенных на ВЛ, передается на сервер сбора информации от средств дистанционной диагностики для последующей обработки и распределения полученной информации по диспетчерским пунктам электросетевых компаний и аварийных служб для оперативного реагирования на возможное проявление нештатных и аварийных ситуаций.

Модуль дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ оснащен датчиком тока для диагностики проводов ВЛ 6-220 кВ, на основе данных которых происходит построение математической модели [3].

Структура модуля дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ, оснащенного датчиком тока, приведена на рисунке 1.

Рис.1. Структура модуля дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ, оснащенного датчиком тока

Моделирование схемы измерения тока утечки проводилось с использованием трансформаторного датчика микротоков, использующего передачу данных о величине тока утечки по шине RS485 с применением протокола MODBUS RTU. Опрос датчика происходит через равные промежутки времени, задаваемые программно, в зависимости от требуемых условий. Результат измерений обрабатывается микропроцессорным модулем обработки и передачи данных. Также, данные измеренного значения тока утечки можно контролировать при помощи виртуального терминала UART.

Измерение частичных разрядов на проводе производится путем измерения уровня микротоков, возникающих при появлении искрового разряда. Измерение осуществляется блоком измерения частичных разрядов [4].

Структурная схема блока измерения частичных разрядов приведена на рисунке 2.

Блок измерения частичных разрядов на изоляторе построен на базе микроконтроллера ESP32 и состоит из следующих основных блоков:

1. Чувствительный элемент – датчик микротоков
2. Блок формирования напряжения питания;
3. Микроконтроллер.

Общий принцип работы блока измерения частичных разрядов описан ниже.

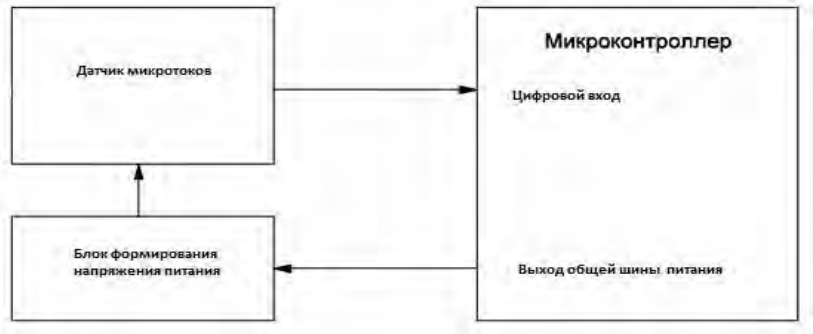


Рис. 2. Структурная схема блока измерения частичных разрядов

При возникновении частичных разрядов на изоляторах возникают всплески микротоков, измеряемых чувствительным элементом (датчиком тока) модуля. Измеренные данные тока передаются в микроконтроллер, который производит анализ полученных данных и, в соответствии с полученными данными, определяет факт возникновения случайного искрового разряда.

Модуль дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ предназначен для удаленной диагностики параметров опорных и линейных изоляторов ВЛ 6-220 кВ и обеспечения непрерывного мониторинга состояния арматуры. Лабораторный образец модуля дистанционного мониторинга проводов ВЛ обеспечивает следующие основные функции [5]:

– измерение микротоков утечки через изолятор на землю в пределах 1-10 мА (уточняется при реализации проекта);

– фиксация возникновения случайных разрядов;

– фиксация динамики нарастания токов утечки;

– передача информации на сервер с использованием канала связи GSM/GPRS или по радиоканалу;

– обмен данными по радиоканалу с сервером моделирования цифрового двойника ВЛ 6-220 кВ.

Конструктивно, лабораторный образец модуля дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ представляет собой защитный корпус с платой микроконтроллера, соединенный с чувствительным элементом – датчиком микротока. Защитный корпус лабораторного образца модуля дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ обеспечивает возможность установки модуля на провод ВЛ.

Чувствительный элемент представляет собой трансформаторный датчик микротока, содержащий встроенный модуль преобразователя аналогового сигнала микротока в сигнал интерфейса RS485. Конструкция трансформаторного датчика микротока обеспечивает возможность его установки на изолятор ВЛ. Передача данных тока утечки от трансформаторного датчика микротока на микроконтроллер, заключенный в защитный корпус, осуществляется посредством сигнального провода по интерфейсу RS485.

Пример установки конструкции модуля дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ на провод ВЛ показан на рисунке 3.

Моделирование взаимодействия лабораторного образца модуля дистанционной диагностики изоляторов ВЛ с цифровой математической моделью цифрового двойника ВЛ 6-220 кВ проводилось в лабораторных условиях [6].

Экспериментальная установка содержит непосредственно лабораторный образец модуля дистанционной диагностики изоляторов ВЛ, компьютер, на котором реализуется цифровая математическая модель, электронный блок генерирования входных параметров, поступающих на входы лабораторного образца модуля дистанционной диагностики изоляторов ВЛ и блок преобразования выходных параметров для ввода в компьютер.

В результате, работа лабораторного образца модуля дистанционной диагностики изоляторов ВЛ проводилась в условиях эмуляции параметров ВЛ.

При моделировании взаимодействия модуля с цифровой математической моделью цифрового двойника ВЛ эмулировались следующие параметры:

- ток утечки в диапазоне от 0 до 25 мА;
- всплески тока утечки в пределах 25 мА, длительностью 1 – 10 мс.

Диапазоны моделирования изначально выбраны в более широких пределах относительно реально действующих значений для проверки возможностей моделирования взаимодействия модуля с цифровой математической моделью цифрового двойника.

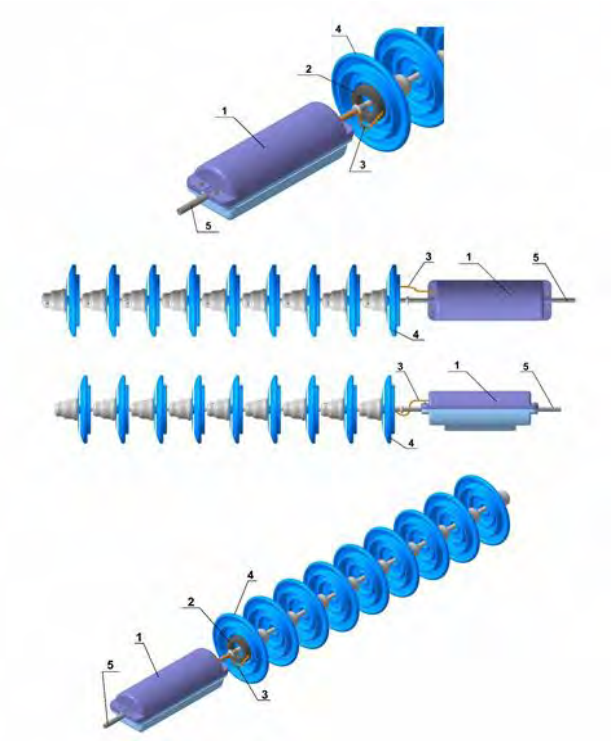


Рис. 3. Пример установки конструкции модуля дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ на провод ВЛ: 1 – Защитный корпус с микроконтроллером; 2 – Трансформаторный датчик микротока; 3 – Сигнальный провод; 4 – Изолятор; 5 – Провод ВЛ

Результаты моделирования показали сохранение работоспособности и поддержание заданных в техническом задании параметров лабораторного образца модуля дистанционной диагностики изоляторов ВЛ. Лабораторный образец в условиях моделирования подтвердил выполнение заложенных функций и параметров в требуемых пределах.

Исследование динамических, статических и точностных характеристик лабораторного образца модуля дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ проводилось в рамках программы испытаний лабораторного образца модуля дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ, приведенной в разделе 2 настоящего отчета. В соответствии с программой испытаний лабораторного образца модуля дистанционного

мониторинга проводов ВЛ, исследование включало в себя определение следующих характеристик модуля:

- измерение микротоков утечки через изолятор на землю;
- фиксация возникновения случайных разрядов;
- фиксация динамики нарастания токов утечки.

В ходе исследования было установлено, что динамические, статические и точностные характеристики лабораторного образца модуля дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ удовлетворяют необходимым требованиям.

Библиографический список:

1. Mathias Uslar. Semantic interoperability within the power systems domain. Proceedings of the first international workshop on Interoperability of heterogeneous information 2. systems / Session 3, Pages: 39—46. Oldenburg: OFFIS, 2005.

2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Глава 2.5. Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ (Издание седьмое). Приказ Минэнерго России от 20.05.2003 № 187. -109 с.

3. Guide for Thermal Rating Calculations of Overhead Lines. WG B2.43, Tech. Rep. 601, CIGRE, 2014, 95 p.

4. Математическая модель дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ по каналу измерения тока утечки/ Акуличев В.О., Непомнящий В.Ю., Висич С.Г., Степанов В.М., Панарин М.В., Панарин В.М., Маслова А.А.// Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2021. - № 4. - с. 159-165.

5. Математическая модель модуля дистанционного мониторинга проводов по каналам измерения механических воздействий на провод воздушной линии/ Акуличев В.О., Непомнящий В.Ю., Висич С.Г., Панарин М.В., Маслова А.А.// Энергобезопасность и энергосбережение. 2021. № 2. С. 41-45.

6. Информационное обеспечение при разработке системы управления режимами работы энергосистем/ Степанов В.М., Ершов С.В., Непомнящий В.Ю., Акулинин Г.Н.// Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 12. С. 3-7.

УДК 502.3:502.175:658.274

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В КРАТКОСРОЧНОЙ И ДОЛГОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

Панарин В.М., Маслова А.А., Коваленко А.Н., Браун В.А.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Представлена методология прогнозирования загрязнения окружающей среды в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Прогнозирование интерпретируется как создание новой

информации, причем с достоверностью для краткосрочного прогнозирования большей, чем для более длительного периода прогнозирования. Для того чтобы система оказалась эффективной, к ней предъявляется ряд задач еще на этапе проектирования: объективность предоставляемой информации; достоверность прогнозов состояния атмосферного воздуха; качество принимаемых управленческих решений, в том числе касающихся вопросов, направленных на оптимальное распределение техногенных нагрузок на атмосферный воздух промышленного региона. Для этого была сформирована модель информационного потока при прогнозировании неблагоприятных ситуаций на основе системы непрерывного контроля загрязнения.

Ключевые слова: автоматизированная система, выброс, долгосрочный прогноз, краткосрочный прогноз, принятие решений.

Российская Федерация входит в число стран с наиболее неблагоприятной экологической обстановкой. Причин ее ухудшения множество. Найти пути решения экологических проблем в России пытаются правительство и общественные организации.

Прогнозирование экологических ситуаций – сравнительно новое направление экологии. Но уже имеется ряд достижений, особенно в области регионального прогнозирования и экологической экспертизы технико-экономических обоснований (ТЭО) и схем развития и использования природных ресурсов регионов и районов, народнохозяйственных проектов [1].

Вместе с тем методологические и методические вопросы прогнозирования неблагоприятных экологических ситуаций остаются еще недостаточно разработанными, что присуще прогнозным исследованиям. Для направлений прогнозирования вообще, и для прогнозирования экологических ситуаций в частности, характерен целый ряд барьеров (ограничений), которые условно можно разделить на четыре группы [2]:

- общепрогностические,
- общегеографические,
- информационные,
- организационно-управленческие.

Наибольшую актуальность имеют информационные проблемы, решение которых напрямую связано с результатами прогнозирования.

В основе прогноза экологических ситуаций лежит, прежде всего, высокий профессиональный уровень разработчиков и накопленная к определенному времени информация. Статистические данные, материалы космической съемки, данные научных стационаров и полиго-

нов, материалы по состоянию окружающей среды и природных ресурсов и др. сосредоточены в различных службах, министерствах, комитетах (рисунок 1). Очень важной подготовительной работой является отбор необходимой и достоверной информации. Прогнозирование, в свою очередь, можно интерпретировать как создание новой информации, причем с достоверностью для краткосрочного прогнозирования большей, чем для более длительного периода прогнозирования [3].

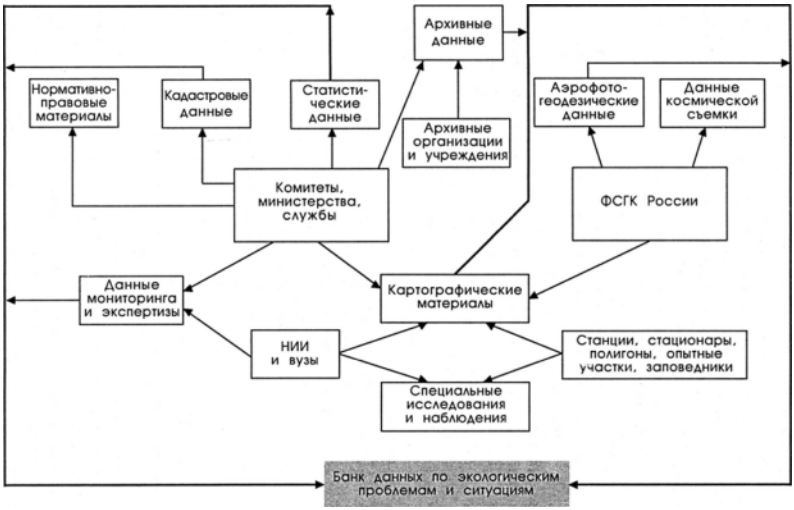


Рис. 1. Информационное обеспечение прогноза экологических ситуаций

Прогнозная информация носит, как правило, альтернативный характер. Это означает, что имеется несколько возможных состояний и ситуаций, достигаемых разными путями. Информационную систему прогнозирования экологических ситуаций можно представить в виде структуры поисковых функций (таблица 1), состоящей из четырех подсистем [4-5].

Важным вопросом остается разработка методики получения банка данных и подходов к возможности использования дополнительных данных при прогнозировании экологических ситуаций.

Прогнозирование экологических ситуаций на основе широкого круга явлений, процессов, связей и т. д. без определения оценки «веса» каждого фактора может привести к неправильным результатам. Оправдываются те прогнозы, которые базируются на основе ведущих факторов.

Таблица 1

Структура поисковых функций информационной системы

Прогнозная подсистема		**Функция**
Сбор и подготовка прогнозных данных для включения в геоинформационную систему	$Ф_1$	1. Сбор информации 2. Анализ и контроль информации 3. Систематизация информации
Составление прогнозной геоинформационной системы	$Ф_2$	1. Поиск и выбор новой информации о возможных изменениях компонентов природы и ландшафтов в целом и экологических ситуаций согласно Ф, 2. Накопление и проверка новой информации
Информационное обслуживание прогнозных работ	$Ф_3$	1. Прогнозирование экологических проблем и ситуаций 2. Публикация собранных данных и прогнозов 3. Прогноз возможного влияния новых технологий и техники на окружающую среду 4. Прогноз влияния изменения социально- экономической обстановки на окружающую среду 5. Прогноз влияния глобальных изменений на окружающую среду 6. Оценка заблаговременности прогнозов и их вероятности
Информационное обслуживание органов управления	$Ф_4$	1. Анализ запросов потребителей 2. Разработка экологических прогнозов и рекомендаций по предупреждению и предотвращению негативных экологических изменений

Прогноз экологической ситуации определяется нами как вероятное суждение о состоянии окружающей природной среды и социально-экономических последствиях изменения среды при антропогенном воздействии. Исходя из этого определения, делающего упор главным образом на природную составляющую ситуации, прогноз

экологической ситуации можно рассматривать как комплексный, объединяющий основные направления ландшафтно-географических, экономико-географических, экологических исследований, стремящихся к предвидению состояния объекта (ситуации в целом). Экологическая ситуация может меняться – в зависимости от условий и обстоятельств – медленно или быстро, долго существовать или быстро пропадать. Кроме того, она характеризуется пространственной неоднородностью. Все это является существенным в прогнозировании ситуации.

Различаются поисковый и нормативный типы прогнозов.

Поисковый прогноз нацелен на определение возможных состояний экологической ситуации в будущем и исходит из тенденций развития ситуации в прошлом и настоящем. Нормативный же прогноз определяет пути и сроки достижения возможных состояний экологической ситуации и направлен на осуществление желательных состояний ситуации на основе заранее заданных норм или потребностей.

По периоду упреждения – промежутку времени, на который рассчитан прогноз, различаются: оперативные (текущие), кратко-, средне-, долго- и дальнесрочные прогнозы экологической ситуации. Временная градация прогнозов экологической ситуации является относительной и ориентируется на социально-экономическую среду в соответствии с направлениями и планами развития общества и развития технологий, т. е. находится в сильной зависимости от социально-экономических, демографических и научно-технических прогнозов. Может быть предложен следующий временной масштаб:

- оперативные прогнозы – до 1-3 мес;
- краткосрочные – 1-3 года;
- среднесрочные – 3 года;
- долгосрочные – до 15-20 лет.

При этом необходимо исходить из инерционности и характерного времени рассматриваемых процессов. В частности, собственное время (формирование) верхнего горизонта почв составляет 50-100 и более лет, характерное время разрушения токсических химических соединений в почве в зависимости от условий – 10-20 лет. Что касается общественных процессов и развития производительных сил, то экономическая цикличность составляет примерно 20-25 лет, а характерное время развития новых технологий от начала зарождения – 75-100 лет. В свою очередь, развитие новой технологии тесным образом связано с энергетикой будущего.

Для того чтобы система оказалась эффективной, к ней предъявляется ряд задач еще на этапе проектирования: объективность предос-

тавляемой информации, зависящая, в свою очередь, как от составляющих потока обрабатываемой информации, так и от частоты опроса газоаналитических сенсорных блоков, территориально распределенных в пределах исследуемого промышленного региона, а также от пространственной структуры самой системы; достоверность прогнозов состояния атмосферного воздуха, предоставляемой системой в пределах исследуемого промышленного региона; качество принимаемых управленческих решений, в том числе касающихся вопросов, направленных на оптимальное распределение техногенных нагрузок на атмосферный воздух промышленного региона [4].

Принимая во внимание все вышеперечисленные требования, была сформирована модель информационного потока при прогнозировании неблагоприятных ситуаций на основе системы непрерывного контроля загрязнения [6].

Данная модель состоит из 2-х частей:

1) модель информационного потока при прогнозировании неблагоприятных ситуаций на основе системы непрерывного контроля загрязнения, обрабатываемого системой в момент времени t.

$$[p_{nk}(t)] = \begin{bmatrix} pP_1(t) & pP_2(t) & pP_3(t) \dots pP_k(t) \\ pt°C_1(t) & pt°C_2(t) & pt°C_3(t) \dots pt°C_k(t) \\ p\phi_1(t) & p\phi_2(t) & p\phi_3(t) \dots p\phi_k(t) \\ pV_{н.1}(t) & pV_{н.2}(t) & pV_{н.3}(t) \dots pV_{н.k}(t) \\ pUros_1(t) & pUros_2(t) & pUros_3(t) \dots pUros_k(t) \\ pC_1^1(t) & pC_2^1(t) & pC_3^1(t) \dots pC_k^1(t) \\ pC_1^2(t) & pC_2^2(t) & pC_3^2(t) \dots pC_k^2(t) \\ pC_1^3(t) & pC_2^3(t) & pC_3^3(t) \dots C_k^3(t) \\ pC_1^i(t) & pC_2^i(t) & pC_3^i(t) \dots pC_k^i(t) \\ pC_{мод.1}^1(t) & pC_{мод.2}^1(t) & pC_{мод.3}^1(t) \dots pC_{мод.k}^1(t) \\ pC_{мод.1}^2(t) & pC_{мод.2}^2(t) & pC_{мод.3}^2(t) \dots pC_{мод.k}^2(t) \\ pC_{мод.1}^3(t) & pC_{мод.2}^3(t) & pC_{мод.3}^3(t) \dots pC_{мод.k}^3(t) \\ pC_{мод.1}^i(t) & pC_{мод.2}^i(t) & pC_{мод.3}^i(t) \dots pC_{мод.k}^i(t) \\ pМПА_1(t) & pМПА_2(t) & pМПА_3(t) \dots pМПА_k(t) \\ pКПСА_1(t) & pКПСА_2(t) & pКПСА_3(t) \dots pКПСА_k \\ pNeispr._1(t) & pNeispr._2(t) & pNeispr._3(t) \dots pNeispr._k(t) \\ pTeh._1(t) & pTeh._2(t) & pTeh._3(t) \dots pTeh._k(t) \\ pSdn_1(t) & pSdn_2(t) & pSdn_3(t) \dots pSdn_k(t) \\ pSda_1(t) & pSda_2(t) & pSda_3(t) \dots pSda_k(t) \\ pSdf_1(t) & pSdf_2(t) & pSdf_3(t) \dots pSdf_k(t) \\ pSdo_1(t) & pSdo_2(t) & pSdo_3(t) \dots pSdo_k(t) \end{bmatrix},$$

где $p_{nk}(t)$ – значение *n*-ого показателя, участвующего в информационном потоке в *k*-ой позиции исследуемого промышленного региона в момент времени *t;*

P – величина атмосферного давления в пределах исследуемого промышленного региона;

T°C – температура атмосферного воздуха промышленного региона;

φ – влажность атмосферного воздуха;

$V_{нk.}$ – скорость и направление ветра;

Ur.os. – величина уровня осадков;

C_k^i – концентрация *i*-ого загрязняющего вещества в атмосферном воздухе в позициях *1…k* исследуемого промышленного региона, измеряемая газоаналитическими сенсорными блоками;

$C_{мод.k}^i$ – концентрация *i*-ого загрязняющего вещества в атмосферном воздухе в позиции *k* исследуемого промышленного региона, полученная при помощи моделирования процессов загрязнения атмосферы при помощи унифицированных программ расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) с учетом параметров всех действующих источников выбросов исследуемого промышленного региона;

$КПСА_k$– климатический потенциал атмосферы в позиции *k* исследуемого промышленного региона, рассчитанный за несколько лет в ретроперспективе;

$Neispr._k$– параметр, отвечающий за возникновение какой-либо неисправности в работе газоаналитических сенсорных блоков в позиции *k*исследуемого промышленного региона, датчик неисправности сработал – вектор неисправности имеет значение «1», датчик не сработал – «0»;

$Teh._n$– параметр, отвечающий за проведение процедуры технологического обслуживания газоаналитических сенсорных блоков в ИИиУС, (в том случае, если в позиции *k* исследуемого промышленного региона газоаналитические сенсорные блоки подвергаются процедуре технологического обслуживания, то вектор технологического обслуживания $Teh._n$ в этой позиции имеет значение – «1», в противном случае – «0»);

Sdn_n– параметр, отвечающий за срабатывание датчика нештатных ситуаций, (в том случае, если в позиции *k* исследуемого промышленного региона датчик нештатных ситуаций сработал, то $Sdn_n = 1$, в противном случае – 0);

Sda_n– параметр, отвечающий за срабатывание датчика аварийной ситуации на блоках газоаналитических сенсоров (если газоанали-

тический сенсорный блок, расположенный в позиции *k* исследуемого промышленного региона подвергается аварийной ситуации, то вектор аварийной ситуации Sda_n в этой точке имеет значение – «1», в противном случае – «0»);

Sdo_n– параметр, отвечающий за срабатывание датчика несанкционированного доступа на газоаналитическом сенсорном блоке, расположенном в позиции k исследуемого промышленного региона (если на газоаналитическом сенсорном блоке, расположенном в точке n исследуемого промышленного региона был зафиксирован несанкционированный доступ, то вектор несанкционированного доступа Sdo_n в этой точке имеет значение – «1», в противном случае – «0»).

2) модель информационного потока при прогнозировании неблагоприятных ситуаций на время (t+τ):

$$[p_{nk}(t+\tau)] = \begin{bmatrix} pC^1_{\text{пр.1}}(t+\tau) & pC^1_{\text{пр.2}}(t+\tau) & pC^1_{\text{пр.3}}(t+\tau) \dots pC^1_{\text{пр.}k}(t+\tau) \\ pC^2_{\text{пр.1}}(t+\tau) & pC^2_{\text{пр.2}}(t+\tau) & pC^2_{\text{пр.3}}(t+\tau) \dots pC^2_{\text{пр.}k}(t+\tau) \\ pC^3_{\text{пр.1}}(t+\tau) & pC^3_{\text{пр.2}}(t+\tau) & pC^3_{\text{пр.3}}(t+\tau) \dots pC^3_{\text{пр.}k}(t+\tau) \\ pC^i_{\text{пр.1}}(t+\tau) & pC^i_{\text{пр.2}}(t+\tau) & pC^i_{\text{пр.3}}(t+\tau) \dots pC^i_{\text{пр.}k}(t+\tau) \\ & \vdots & \\ p\text{МПА}_{\text{пр.1}}(t+\tau) & p\text{МПА}_{\text{пр.2}}(t+\tau) & p\text{МПА}_{\text{пр.3}}(t+\tau) \dots p\text{МПА}_{\text{пр.}k}(t+\tau) \end{bmatrix},$$

где $C^i_{\text{пр.}k}$– концентрация i-ого загрязняющего вещества в атмосферном воздухе в позиции *k* исследуемого промышленного региона, полученная в результате прогнозирования процессов загрязнения атмосферы на момент времени *t*+*τ*;

МПА_k– метеорологический потенциал атмосферы в точке n исследуемого промышленного региона, рассчитанный на некоторый период времени*t*+*τ*;

КПСА_k– климатический потенциал атмосферы в позиции *k*исследуемого промышленного региона, рассчитанный за несколько лет в ретроперспективе;

$\text{МПА}_{\text{прогн.}k}$ – метеорологический потенциал атмосферы в позиции *k* исследуемого промышленного региона, рассчитанный на непродолжительную перспективу;

Матрица информационного потока наглядно демонстрирует входящие метеопараметры и концентрации загрязняющих веществ с постов стационарного наблюдения в момент времени t. Одновременно с этим в этот же момент времени t система осуществляет математическое моделирование загрязнения и выдает картину прогноза загрязнения на момент времени t+τ.

Математическое моделирование загрязнения в системе осуще-

ствляется посредством математических моделей. Наличие в системе нескольких математических моделей, позволяет осуществлять моделирование загрязнения атмосферного воздуха с большей точностью за счет использования определенной модели в конкретных условиях исследуемой территории [7].

В конечном итоге, объединяя эти две модели, получим модель информационного потока при прогнозировании неблагоприятных ситуаций на основе системы непрерывного контроля загрязнения:

$$[p_{nk}(t+\tau)] = \begin{bmatrix} pt°C_1(t) & pt°C_2(t) & pt°C_3(t) \dots pt°C_k(t) \\ p\phi_1(t) & p\phi_2(t) & p\phi_3(t) \dots p\phi_k(t) \\ pV_{н.1}(t) & pV_{н.2}(t) & pV_{н.3}(t) \dots pV_{н.k}(t) \\ pUros_1(t) & pUros_2(t) & pUros_3(t) \dots pUros_k(t) \\ pC_1^1(t) & pC_2^1(t) & pC_3^1(t) \dots pC_k^1(t) \\ pC_1^2(t) & pC_2^2(t) & pC_3^2(t) \dots pC_k^2(t) \\ pC_1^3(t) & pC_2^3(t) & pC_3^3(t) \dots C_k^3(t) \\ pC_1^i(t) & pC_2^i(t) & pC_3^i(t) \dots pC_k^i(t) \\ pC_{мод.1}^1(t) & pC_{мод.2}^1(t) & pC_{мод.3}^1(t) \dots pC_{мод.k}^1(t) \\ pC_{мод.1}^2(t) & pC_{мод.2}^2(t) & pC_{мод.3}^2(t) \dots pC_{мод.k}^2(t) \\ pC_{мод.1}^3(t) & pC_{мод.2}^3(t) & p\,C_{мод.3}^3(t) \dots pC_{мод.k}^3(t) \\ pC_{мод.1}^i(t) & pC_{мод.2}^i(t) & pC_{мод.3}^i(t) \dots pC_{мод.k}^i(t) \\ pC_{пр.1}^1(t+\tau) & pC_{пр.2}^1(t+\tau) & pC_{пр.3}^1(t+\tau) \dots pC_{пр.k}^1(t+\tau) \\ pC_{пр.1}^2(t+\tau) & pC_{пр.2}^2(t+\tau) & pC_{пр.3}^2(t+\tau) \dots pC_{пр.k}^2(t+\tau) \\ pC_{пр.1}^3(t+\tau) & pC_{пр.2}^3(t+\tau) & pC_{пр.3}^3(t+\tau) \dots pC_{пр.k}^3(t+\tau) \\ pC_{пр.1}^i(t+\tau) & pC_{пр.2}^i(t+\tau) & pC_{пр.3}^i(t+\tau) \dots pC_{пр.k}^i(t+\tau) \\ pМПА_1(t) & pМПА_2(t) & pМПА_3(t) \dots pМПА_k(t) \\ pКПСА_1(t) & pКПСА_2(t) & pКПСА_3(t) \dots pКПСА_k \\ pМПА_{пр.1}(t+\tau) & pМПА_{пр.2}(t+\tau) & pМПА_{пр.3}(t+\tau) \dots pМПА_{пр.k}(t+\tau) \\ pNeispr._1(t) & pNeispr._2(t) & pNeispr._3(t) \dots pNeispr._k(t) \\ pTeh._1(t) & pTeh._2(t) & pTeh._3(t) \dots pTeh._k(t) \\ pSdn_1(t) & pSdn_2(t) & pSdn_3(t) \dots pSdn_k(t) \\ pSda_1(t) & pSda_2(t) & pSda_3(t) \dots pSda_k(t) \\ pSdf_1(t) & pSdf_2(t) & pSdf_3(t) \dots pSdf_k(t) \\ pSdo_1(t) & pSdo_2(t) & pSdo_3(t) \dots pSdo_k(t) \end{bmatrix}$$

«Правильность» применения той или иной математической модели оценивается в системе при помощи коэффициента расхождения, определяемого соотношением значений концентраций загрязняющих веществ, полученных в результате компьютерного моделирования в момент времени *t* с концентрацией загрязняющих веществ, полученных экспериментальным путем (с системы экологических датчиков).

Библиографический список:

1. Андрианов Д.Е. Автоматизированная обработка пространственной информации в геоинформационных системах/ Д.Е. Андрианов, А.В. Булаев // Автоматизация и современные технологии, М.: Машиностроение. -2007. - №8. - С. 3-6.

2. Sofia D., Giuliano A., Gioiella F. Air quality monitoring network for tracking pollutants. The case study of Salerno city center / // Chemical Engineering Transactions. 2018. № 68, P. 67-72. doi: 10.3303/CET1868012

3. Шагидуллин А.Р., Тунакова Ю.А., Новикова С.В. Разработка метода расчетного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсной пылью на основе аппарата искусственных нейронных сетей// В сборнике: Химия и инженерная экология. XVII Международная научная конференция: Сборник статей. 2017. С. 270-273

4. Информационно-измерительная система прогнозирования и предупреждения аварийных выбросов газа в атмосферу/ В.М. Панарин, Л.Э. Шейнкман, А.А. Маслова, Г.Ю. Царьков, К.В. Гришаков, Н.А. Рыбка// Экология и промышленность России. 2020. Т. 24. № 5. С. 9-13.

5. Разработка математической модели прогноза загрязнения окружающей среды промышленно развитых регионов/ В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков, О.В. Гришакова, Д.В. Трещев// Экологические системы и приборы № 1. 2023 г. - С.17-24..

9. Механизм и модель оценки данных системы автоматизированного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха промышленно развитых регионов/ В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков, О.В. Гришакова// Экология и промышленность России, 2023. Т. 27. № 3. С. 40–45.

6. Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха промышленного региона в информационно-измерительных и управляющих системах мониторинга атмосферы/ В.М. Панарин, Н.А. Рыбка, А.А. Маслова// Ежемесячный научно-производственный журнал «Экологические системы и приборы». – 2019. - №5. – С.18-24.

7. Разработка математической модели прогноза загрязнения окружающей среды промышленно развитых регионов/ В.М. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков, О.В. Гришакова, Д.В. Трещев// Экологические системы и приборы № 1. 2023 г. - С.17-24.

УДК 502.17

ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИЙ НА АЭС МИРА

Коряков А.Е., Геворкян А.В.

Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Приведены основные причины аварий на атомных станциях. Рассматриваются одни из крупнейших аварий на атомных станция - «Три-Майл-Айленд», Чернобыльской АЭС и «Фукусиме-1» и их последствия.

Ключевые слова: атомная электростанция, энергоблок, ядерная энергетика, радиация, авария, зона, осадки.

В настоящее время тридцать одна страна мира получает энергию с помощью 192-х атомных электростанций. На этих станциях эксплуатируется 438 энергоблоков. В России десять действующих АЭС, на которых функционируют 33 энергоблока.

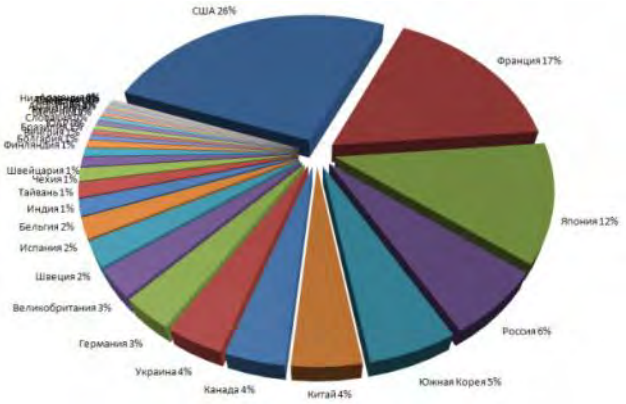


Рис. Объем атомной энергетики по странам

Список лидеров возглавляют США, последующие места занимают Франция и Япония. По количеству вырабатываемой электроэнергии на атомных станциях Россия занимает 8-ое место, а Украина – 10-ое.

Несмотря на то, что ядерная энергия реально обеспечивает человеку безуглеродистую энергию по разумным ценам, она же являет и свою опасную сторону в виде радиации и прочих бедствий.

В случае аварии на радиационных опасных объектах радиационная обстановка на окружающей его территории и степень радиационной опасности для персонала и населения обуславливаются количеством и радионуклидным составом выброшенных во внешнюю среду радиоактивных веществ, расстоянием от источника аварийного выброса до населенных пунктов, характеров их застройки и плотностью заселения, метеорологическими, гидрологическими и почвенными характеристиками территории, временем года, характером использованием территории, водоснабжения и питания населения.

Основные причины аварий (по данным МАГАТЭ) приведены в таблице.

Три крупнейшие в истории ядерной энергетики аварии на АЭС произошли в одно время года — весной. Каждая из аварий в результате работы над ее причинами делала атомные станции безопаснее. Тем

не менее любая авария — повод критически взглянуть на нерешенные проблемы отрасли.

Таблица

Основные причины аварий

Причины аварий	Процент аварий
Ошибки в проектах(дефекты)	30,7
Износ оборудования, коррозия	25,5
Ошибки оператора	17,5
Ошибки в эксплуатации	14,7
Прочие причины	11,6

Даже спустя десятилетия эти события продолжают вызывать дискуссии, их трактовки в общественных и экспертных кругах порой кардинально расходятся. «Атомный эксперт» сделал обзор трех публикаций, вышедших в ведущих мировых СМИ и посвященных авариям на «Три-Майл-Айленд», Чернобыльской АЭС и «Фукусиме-1».

В 2011 году, после землетрясения и цунами, ставших причиной аварии на японской атомной электростанции «Фукусима-1», Грегори Яцко, председателю Комиссии по ядерному регулированию США, пришлось искать ответы на два вопроса: дойдет ли радиация до США и возможна ли подобная авария на американских станциях? Ответа на второй вопрос нет до сих пор.

Комиссия поручила операторам 60 АЭС США оценить вероятность аварии, вызванной наводнением. Им предложили использовать новейшие технологии моделирования погоды и учесть последствия изменения климата. Оказалось, что при проектировании многих станций не учитывались возросшая интенсивность осадков, высота штормового нагона и другие следствия глобального изменения климата.

При этом фактический риск возникновения аварийной ситуации на ядерных объектах США может быть достаточно высок. Комиссия разрешила операторам атомных станций самим оценить риск наводнения, вероятные скорости ураганов и даже количество осадков, выпавших в результате сильного шторма. Некоммерческая научная правозащитная организация «Союз обеспокоенных ученых» (UCS) представила свои оценки для некоторых регионов.

АЭС «Терки-Пойнт», расположенная в 35 милях к югу от Майами, была спроектирована таким образом, чтобы выдерживать штормовой нагон в 16 футов. Но сегодня ожидается, что он составит от 17,4 до 19,1 фута. В прошлом году Florida Power & Light, эксплуатирующая АЭС, запросила у регулирующих органов разрешение на продление лицензии на эксплуатацию АЭС «Терки-Пойнт» до 2053 года.

Одна из наименее защищенных от штормовых нагонов — атомная станция «Сарри Пауэр Доминион Энерджи», два реактора которой расположены на берегу реки Джеймс к северу от Норфолка, штат Вирджиния. Осенью прошлого года владельцы станции попросили комиссию продлить лицензию до 2053 года.

Сейчас атомная промышленность, которой и так сложно конкурировать с производством дешевого природного газа и на которую всё еще с подозрением смотрят экологи, меньше всего готова к разворачивающейся борьбе с изменением климата.

Вне зависимости от того, насколько вероятно повторение фукусимской аварии, ее последствия дают представление о цене подобных происшествий. Восемь лет спустя бóльшая часть территории соседнего города Окума остается непригодной для жизни. В 2016 году правительство Японии рассчитало, что общие затраты на уборку и компенсацию приблизятся к $ 200 млрд.

Урок Фукусимы заключается в том, что атомная отрасль, включая регулирующие органы, должна готовиться к маловероятным угрозам.

Специалист по истории ядерной физики и ее воздействию на окружающую среду из Массачусетского технологического института Кейт Браун в статье для The Guardian, посвященной аварии на Чернобыльской АЭС, задается вопросом глобального воздействия радиоактивности на здоровье человека.

В 1986 году советский министр гидрометеорологии Юрий Израэль принял сложное решение. Он отслеживал радиоактивность, исходящую из дымящегося чернобыльского реактора в первые часы после взрыва 26 апреля, и разрабатывал пути борьбы с ее распространением. Через 48 часов после аварии ассистент протянул Израэлю нарисованную от руки карту. На ней стрела, выпущенная к северо-востоку от атомной электростанции, расширилась и превратилась в воздушную реку шириной 10 миль, которая «текла» через Белоруссию по направлению к России. Если медленно движущаяся масса радиоактивных облаков достигнет Москвы, где как раз собиралась весенняя гроза, миллионы людей могут пострадать. Решение Израэля было простым: вызвать дождь.

Многие полагают, что вся радиоактивность осела в 30-километровой зоне отчуждения вокруг реактора. Туристы и журналисты, исследующие зону, редко осознают, что на юге Беларуси существует вторая чернобыльская зона. Мы полагаем, что чем ближе человек находится к месту ядерного взрыва, тем большему воздействию радиоактивности он подвергается. Однако радиоактивные газы перемещаются по всему земному шару, оставляя загрязнения, по форме напоминающие языки или острые наконечники стрел.

В Англии в течение нескольких дней после аварии на Чернобыльской АЭС стояла ясная погода. Но 2 мая 1986 года начался сильный дождь — в районе Кембрийских гор выпало 20 мм за 24 часа. На неровной возвышенной местности радиоактивные осадки собирались в ручьях и лужах. Стрелки радиационных детекторов на заводе по переработке ядерного топлива в Селлафилде тревожно пошли вверх: было зарегистрировано превышение уровня естественного фонового излучения в 200 раз. Уровень радиации в верхнем слое почвы вырос с 5 беккерелей на квадратный метр до 4000 беккерелей.

Ранние прогнозы вымывания цезия из горных почв оказались оптимистичными. Растения обильно «пили» воду с радиоактивными изотопами. Крошечные микрогрибки переносили ^{137}Cs от корней к верхушкам растений, которые поедали овцы.

Постепенно исследователи увеличили на месяцы и годы прогнозируемую продолжительность наличия цезия в окружающей среде. В итоге для 334 фермеров северного Уэльса ограничения по продаже продукции оставались в силе в течение 26 лет.

Ученые сделали тревожное открытие: только половина обнаруженного ими в почве ^{137}Cs поступила из Чернобыля. Остальная часть хранилась там со времен ядерных испытаний и после пожара 1957 года на плутониевой станции в Уиндскейле. Те же самые ветры и дожди, которые вызвали выпадение чернобыльских осадков, на протяжении десятилетий незаметно разносили радиоактивные загрязнения по всей Северной Англии и Шотландии.

В четыре часа утра 28 марта 1979 года произошла крупнейшая авария за время эксплуатации атомной энергетики в США — аварииия на АЭС «Три-Майл-Айленд» (ТМА). В результате череды технических неисправностей и отказов активная зона была частично расплавлена.

Причины аварии были детально изучены, все действующие АЭС теперь оборудованы новыми системами безопасности и дополнительной контрольно-измерительной аппаратурой. Но произошло ли что-то катастрофическое на самом деле?

Более десятка крупных независимых исследований подтвердили отсутствие последствий для здоровья человека и окружающей среды в результате аварии на ТМА. Самое значительное исследование было проведено в 2002 году Школой общественного здравоохранения Университета Питтсбурга. Были обследованы более 32 тыс. человек, проживавших недалеко от АЭС. Исследователи пришли к выводу: радиоактивность, образовавшаяся в результате аварии, не вызвала увеличения смертности от рака среди жителей этого района.

Даже если забыть о внедрении новых технологических решений, авария стала поворотным моментом в истории отрасли. После аварии был создан Институт эксплуатации ядерной энергии, задачей которого стало обучение персонала управлению атомными станциями. Укреплена комиссия по ядерному регулированию США — теперь специальные инспекторы Комиссии присутствуют на каждом объекте ядерной энергии.

Ядерная энергия, оказывается, самая безопасная. Несчастные случаи на ветряных и солнечных станциях (такие как падение с лестницы, крыши или турбины) унесли больше жизней в расчете на мегаватт-час произведенной электроэнергии, чем все аварии на атомных станциях, включая самые крупные. Вследствие инцидентов на гидростанциях погибло больше людей, чем на всех остальных энергостанциях с неископаемым топливом. Аварии и несчастные случаи на станциях с ископаемым топливом становятся причинами большего количества смертей, чем инциденты на всех остальных станциях, вместе взятых.

По данным Всемирной организации здравоохранения, центров по борьбе с болезнями, Национальной академии наук, только источники энергии на перерабатываемом топливе и биотопливе негативно влияют на здоровье человека. Это подтверждают и многочисленные исследования в области здравоохранения, проведенные в последнее десятилетие. Всемирная организация здравоохранения назвала сжигание биомассы одной из основных проблем здравоохранения во всем мире.

Смертность работников угольной, атомной и гидроэнергетики в США гораздо ниже, чем в среднем по миру. Это обусловлено высокой культурой безопасности на рабочих местах.

Деятельность Федеральной комиссии по регулированию энергетики (FERC) обеспечила высокий уровень безопасности при эксплуатации американских гидроэлектростанций. Контроль за атомными станциями со стороны Комиссии по ядерному регулированию (NRC)

позволил добиться наименьших показателей смертности на ядерных объектах Соединенных Штатов Америки.

Некоторые считают, что главной причиной глобальных перемен стала именно авария на ТМА. Безопасность и четкое соблюдение правил имеют наивысший приоритет, и это делает NRC самым сильным регулирующим органом в мире.

Первый энергоблок ТМА до сих пор нормально работает. В 2000 году ТМ-1 приобрела корпорация Exelon. С тех пор АЭС произвела энергию, которая компенсировала сжигание более 95 млн метрических тонн углерода, что эквивалентно изъятию из эксплуатации 20 млн автомобилей.

В России, если не считать очень незначительного числа статей в научной периодике, чернобыльская тема в средствах массовой информации практически сошла на нет. Вялый интерес к теме поддерживается, по существу, лишь периодическими попытками правительства ускорить естественный процесс сокращения затрат на «чернобыльские льготы». Исключения можно пересчитать по пальцам.

Несколько по-другому обстоят дела в мире. Наметившаяся тенденция к тому, чтобы включить развитие ядерной энергетики в набор кардинальных мер по сокращению выбросов парниковых газов, закономерно вызывает активизацию оппонентов мирного атома, главный (если не единственный) весомый аргумент которых — тяжелые аварии на атомных электростанциях. Но и здесь число серьезных статей весьма ограничено. Из публикаций последних лет запомнился отклик на научную статью, опубликованную специалистами из Великобритании в 2017 году в журнале Process of Safety and Environmental Protection.

Библиографический список

1. Абагян А.А. Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и её последствиях, подготовленная для МАГАТЭ/ А.А. Абагян и др. //Атомная энергия: журн.— 1986.— Т.61, вып.5.— с.301—320.

2. Системный анализ причин и последствий аварии на АЭС «Фукусима-1» / Р. В. Арутюнян, Л. А. Большов, А. А. Боровой, Е. П. Велихов; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН.-М.:2018.-408 с.: ил.

3. Чернобыльская катастрофа (1986 г.)// Катастрофы конца XX века/ Под общ. ред. д.т.н. В.А. Владимирова. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.—М.:УРСС, 1998.— 400с.— (обл.).

УДК 504.03

АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КРАСНОЯРСК

Коряков А.Е., Богачев А.А.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

В данной статье приводится анализ заболеваемости злокачественными новообразованиями в городе Красноярске по и его районам. Статистика показателей заболеваемости представлена в виде таблиц и диаграмм, выявленных заболеваний по районам города. Предложены пути решения данных проблем.

Ключевые слова: онкология, химические вещества, загрязнение, заболеваемость, выбросы, экология.

На сегодняшний день раковые заболевания стоят на 2 месте по смертельным исходам. Основные причины раковых заболеваний: экологическая обстановка, генетическая предрасположенность, курение, алкоголь, продукты питания.

В городе Красноярске стоит острая проблема с экологией, огромные выбросы с заводов, печное отопления, и транспортная обстановка, все это в совокупности создает феномен «Черное небо». Мы являемся жителями этого города, и это напрямую действует на наше здоровье.

В последнее время большинство жителей города обеспокоены загрязнением воздуха в Красноярске.

Проблема с экологической ситуацией в Красноярске вышла на федеральный и даже мировой уровень, город часто появляется в ТОП-10 самых грязных городов мира.

Из-за промышленных выбросов и выхлопных газов ухудшается здоровье горожан, увеличивается процент онкологических заболеваний, рождаются больные дети. Почти 840 кг вредных веществ в год проходит через дыхательную систему человека, проживающего в нашем крае. Жители же Красноярска страдают вдвойне: краевой центр в последние 7-8 лет занимает верхние строчки в перечне самых загрязненных российских городов.

По данным министерства здравоохранения Красноярского края всего заболевших в 2018 году по Красноярскому краю – 13478.

Таблица 1.

Заболеваемость злокачественными новообразованиями за период 2014 - 2018 г.г.

	2014	2015	2016	2017	2018
Зарегистрировано заболеваний у пациентов с впервые в жизни установленным диагнозом:					
всего, человек	11420	12355	12643	13013	13478
на 100 000 человек населения	399,9	431,6	440,4	452,5	468,8
Численность пациентов, состоящих на учете в лечебно-профилактических организациях (на конец года):					
всего, человек	57990	63522	64773	66125	70326
на 100 000 человек населения	2028,5	2216	2252,7	2298,8	2447

Таблица 2.

Статистические данные заболеваемости по районам города Красноярска

	Красноярск	Октябрьский	Железнодорожный	Центральный	Советский	Свердловский	Кировский	Ленинский
Заболеваемость за 2018.г	7559	595	530	468	2382	856	943	1785
Численность		180651	94946	75722	323783	141993	116575	150124
Заболеваемость 2018.г на 1 тыс. человек	7	3,3	5,6	6,5	7,4	5,9	8,1	11,9
Всего заболевших	41307	3373	2765	2597	11865	4432	6032	10243
Заболевших на 1 тыс.	35	18,7	29	34,6	36,7	31	52	68,3

Из таблицы 2 видно, что больше всего заболевших в 2018 г. было в Советском районе, а наименьшее в Центральном районе, но эти данные не показывают общей картины, так как в районах разная численность населения.

На рис.1 приведена диаграмма распределения заболеваемости в

2018 г. по районам на 1 тысячу проживающих человек в данном районе.

Данная диаграмма показывает, что наибольшая заболеваемость по городу Красноярску в Ленинском районе, в котором сконцентрированы большие предприятия города, такие как: Красноярский машиностроительный завод (КрасМаш), Красноярский завод цветных металлов имени В. Н. Гулидова (Красцветмет), Красноярский завод синтетического каучука, ТЭЦ-1.

Районы соседи: Советский и Кировский, в которых заболеваемость от 7 до 8 человек на 1 тысячу населения, также в этих районах расположены свои предприятия: Красноярский алюминиевый завод («РУСАЛ Красноярск»); Строительная компания «Сибагропромстрой»; Строительная компания «Сибиряк»; Сибирский завод тяжёлого машиностроения (Сибтяжмаш) Красноярский металлургический завод (КраМЗ); Красноярский завод железобетонных изделий (КЗЖБИ); Спецтехномаш.

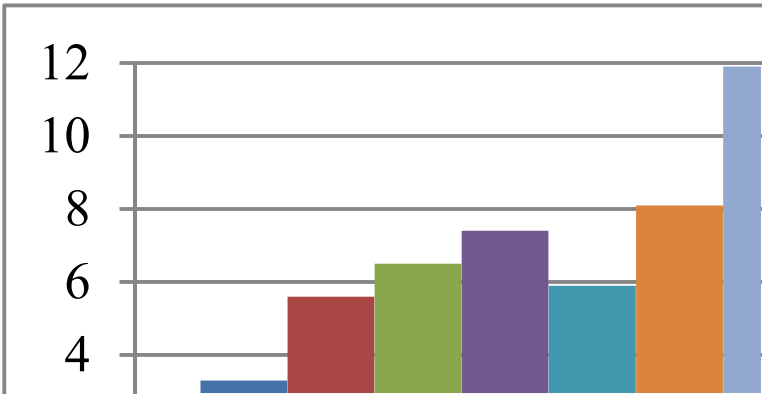


Рис. 1. Заболеваемость по районам г. Красноярска на 1 тысячу человек

Наименьшая заболеваемость наблюдается в Октябрьском районе, так там нет больших промышленных предприятий и район расположен на возвышенности.

Из таблицы 2 видно, что общее количество больных больше всего в Советском районе, а наименьшее в Центральном и Железнодорожном.

На рис.2 приведена диаграмма распределения общей заболеваемости по районам на 1 тысячу проживающих человек в данном районе.

В настоящее время онкологическую проблему в Красноярске

решают в двух направлениях:

во-первых, в России в рамках национального проекта «Здравоохранение» реализуется федеральный проект «Борьба с онкологическими заболеваниями», направленный на снижение смертности от злокачественных новообразований;

во-вторых разработан проект по улучшение экологической обстановки города:

-строительство метро;

-реализация комплексного плана экологического оздоровления (снос ветхого жилья с печным отоплением, строительство нескольких развязок и обновление общественного транспорта);

-газификация краевой столицы (разработана и утверждена генеральная схема газификации; создана комплексная программа потребности края в газе).

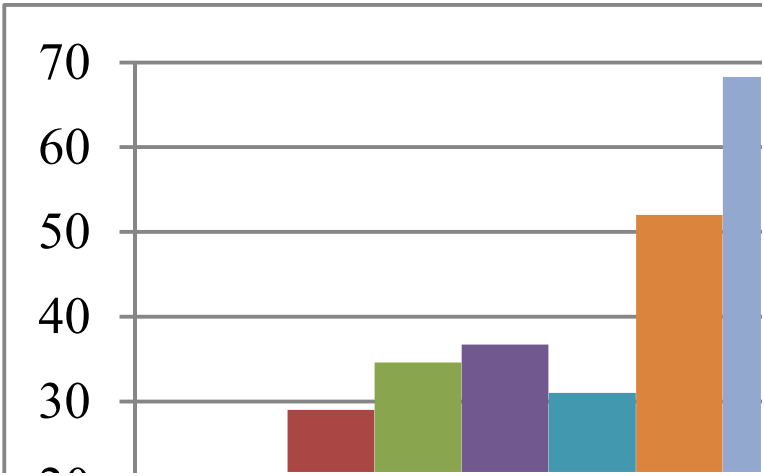


Рис. 2. Количество всех больных по районам г. Красноярска на 1 тысячу человек

Библиографический список

1. Блинов Н.Н. Прогностические факторы в онкологии / Блинов Н.Н. //Вопросы онкологии, 2001. Т. 47. №3. С. 369-372.

2. Вялков А.И. Современные проблемы состояния здоровья населения Российской Федерации / Вялков А.И. // Проблемы управления здравоохранением. 2002. №1. С. 10-13.

3. Одинцова И.Н. Гигиенические аспекты формирования заболеваемости раком лёгкого в регионе Сибири и Дальнего Востока: Автореф. дис. . канд. мед. наук. Кемерово, 1999. 25 с.

4. Щепин О.П. Проблемы здоровья населения Российской Федерации и его прогноз на период до 2005 г. / Щепин О.П. // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и

истории медицины. 2001. № 3. С. 3-10.
5. http://www.krasecology.ru/AuditMap
6. (http://www.krasecology.ru)
7. (https://www.medicinform.net)

УДК 331.45; 621.01

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ТРУДА НА СБОРОЧНО-ПОКРАСОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Коряков А.Е., Шишкина А.А.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

В данной работе рассматривается вопрос об анализе труда на сборочном и покрасочном этапах производства машиностроительных деталей. Ставятся основные проблемы и пути их решения.

Ключевые слова: охрана труда, анализ условий труда, машиностроительное производство, покрасочные работы, сборочные работы.

Сборочно-покрасочное производство является одним из заключительных этапов в процессе изготовления продукции в различных отраслях промышленности, в том числе и в машиностроении [1-2]. Анализ условий труда на сборочно-покрасочном производстве позволяет выявить и оценить факторы, которые могут оказывать негативное влияние на здоровье и благополучие работников, а также принять меры по улучшению ситуации.

Один из ключевых аспектов, который необходимо учесть при анализе условий труда на сборочно-покрасочном производстве — это химические вещества, используемые в процессе покраски. Многие краски содержат опасные химические вещества, которые могут представлять угрозу для здоровья работников, если не соблюдаются соответствующие меры предосторожности [3-4]. Это может включать в себя регулярное проведение анализа качества воздуха в помещении, использование средств индивидуальной защиты и обучение работников безопасным методам работы с химическими веществами. Другим существенным аспектом, который может влиять на условия труда на покрасочном производстве — это пыль, которая образуется в процессе нанесения краски. Пыль может содержать мелкие частицы краски или

материалов, которые могут стать источником опасности при вдыхании или попадании на кожу работников. Для снижения риска возникновения проблем со здоровьем необходимо обеспечить эффективную систему вентиляции, регулярную очистку помещений от пыли и использование защитных средств, таких как маски и комбинезоны.

Одним из факторов, влияющих на условия труда на сборочно-покрасочном производстве, является также физическая нагрузка на работников. Работа на сборочных линиях или с подъемно-транспортными механизмами может требовать повышенной физической активности, что может привести к утомляемости и повышенному риску возникновения травм. Поэтому важно обеспечить доступ к средствам эргономики, таким как электрические транспортеры, специальные рабочие станции и защитные коврики для снижения нагрузки на суставы и мышцы работников.

Кроме того, шум и вибрация являются двумя другими факторами, которые могут оказывать влияние на условия труда на сборочно-покрасочных предприятиях. Шумовая и вибрационная нагрузка может быть вызвана работой станков, сжатым воздухом, оборудованием и другими процессами, что может привести к проблемам со здоровьем сотрудников, включая нарушения слуха и нервной системы. Для решения этой проблемы необходимы инженерные решения, такие как шумопоглощающие материалы, а также предоставление работникам наушников и других средств индивидуальной защиты.

Обеспечение безопасности на сборочно-покрасочном производстве также включает в себя меры предосторожности, связанные с пожарной безопасностью. Использование лаков и красок может представлять угрозу возникновения пожара, поэтому необходимо регулярное обслуживание и проверка систем пожаротушения, а также предоставление обучения сотрудникам по правилам безопасности при работе с огнем.

В заключение, анализ условий труда на сборочно-покрасочных производствах является неотъемлемой частью обеспечения безопасности и здоровья работников. Необходимо уделять особое внимание химическим веществам, физической нагрузке, шуму и вибрации, а также пожарной безопасности. Только с учетом всех этих факторов можно создать комфортные и безопасные условия труда для сотрудников на сборочно-покрасочных производствах.

Библиографический список/

1. Безъязычный В. Основы технологии машиностроения: Учебник / В. Безъязычный. - М.: Машиностроение, 2013. - 568 с.

2. Решетов Д. Н. Детали машин / Д.Н. Решетов. - Москва: Мир, 1975. - 656 с.

3. Иванов Н.И., Фадин И.М., Дроздова Л.Ф. Безопасность технологических процес-

сов и производств. - М.: Логос, 2016. - 608 с.
4. Касьянова Г.Ю. Специальная оценка условий труда. - М.: АБАК, 2015. - 96 с.

УДК 331.453

ПРИЧИНЫ АВАРИЙ И ИНЦИДЕНТОВ НА ОБЪЕКТАХ ПО ХРАНЕНИЮ И ПЕРЕРАБОТКЕ ЗЕРНА

Кашинцева Л.В., Евдокимова Е.Ф.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

В статье рассмотрены причины и последствия аварий и инцидентов на опасных производственных объектах по хранению и переработке растительного сырья за период с 2013 года по настоящее время, а также рассмотрены аварии на АО «Куриное царство», филиал «Ожерельевский комбикормовый завод». В статье приведён перечень необходимых мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций на подобных опасных производственных объектах.

Ключевые слова: опасные производственные объекты, аварии, взрывы, пожары, хранение и переработка зерна, переработка растительного сырья, взрывоопасная пыль, пылевоздушная смесь

Опасными производственными объектами, в соответствии с Федеральным законом, являются предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты, а не отдельные технические устройства или оборудование. Опасный производственный объект представляет собой предприятие при эксплуатации которого существуют высокие риски аварий или инцидентов – аварийных ситуаций [1].

Для предупреждения аварий на опасных производственных объектах и обеспечения готовности к локализации и ликвидации последствий указанных аварий юридические лица и индивидуальные предприниматели, эксплуатирующие такие объекты, обязаны соблюдать законодательно установленные правила. В состав таких правил входит обязанность разрабатывать План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах – далее План мероприятий.

План мероприятий разрабатывается с целью:

- планирования действий персонала опасного производственного объекта на различных уровнях развития ситуаций;

- определения готовности организации к локализации и ликвидации аварий на опасном производственном объекте;

- выявления достаточности принятых мер по предупреждению аварий на опасном производственном объекте;

- разработки мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте.

К авариям и инцидентам на объектах по хранению и переработке зерна относятся:

- взрывы пылевоздушных, пыле-, газовоздушных смесей, в результате которых разрушены полностью или частично сооружения и (или) технические устройства: технологическое, аспирационное, транспортное и другое оборудование;

- полные или частичные разрушения сооружений и (или) технических устройств в результате пожара;

- разрушения зданий, сооружений и строительных конструкций (бункеров, силосов) в результате потери их прочностных свойств.

Согласно статистическим данным в период с 2013 г по настоящее время, на объектах переработки растительного сырья произошло 14 аварий и инцидентов [2].

21 июля 2013 г. при проведении работ по фумигации силосов семенного завода ООО «Агрофирма Кама» (Республика Татарстан) произошел взрыв пылегазовоздушной смеси, повлекший за собой полное разрушение оборудования. В результате взрыва были травмированы 4 человека, один из которых — смертельно. Экономический ущерб от аварии составил более 4 млн. руб., ущерб окружающей среде не установлен.

Комиссией по расследованию аварии установлено, что одной из основных причин взрыва стало превышение при фумигации силосов норм расхода препарата «Катфос», а так же воздействие на него избыточного количества влаги (в том числе дождевой воды в силосах, не обладающих достаточной герметичностью). Это привело к образованию газа фосгена, самовоспламеняющегося при контакте с кислородом воздуха. Причины указанного события во многом являются следствием нарушений порядка проведения работ повышенной опасности и ведения технологических процессов, а также пренебрежения погодными условиями, ограничениями и запретами при проведении работ с применением химических препаратов.

19 августа 2013 г. в ООО «Зерновой терминальный комплекс

Тамань» (Краснодарский край), при производстве ремонтных работ на цепном конвейере автоприема, произошло затягивание слесаря-ремонтника, находившегося в коробе конвейера и осуществляющего замену разорванных защитных планок. В результате пострадавший получил травмы, несовместимые с жизнью и скончался на месте. Причиной несчастного случая является грубое нарушение охраны труда: ремонтные работы при отсутствии наряда–допуска на проведение работ с повышенной опасностью, отсутствие оградительных устройств, сигнальной окраски, средств сигнализации и блокировки конвейера.

23 августа 2013 г. в ЗАО «Агрофирма «Дороничи» (Кировская область), произошло прекращение подачи отрубей в производство из бункера высотой 13 м. Аппаратчик производства, по закрепленной на металлоконструкциях бункера веревочной лестнице, спустился в бункер, где производил отбивание штыковой лопатой налипших на стенках отрубей. После нескольких ударов лопатой произошло обрушение свода продукта, находящегося выше потерпевшего на 5-8 м, в результате чего обрушившейся массой он был сбит с веревочной лестницы, упал на дно бункера, был завален отрубями и скончался от асфиксии дыхательных путей. При этом в материалах расследования отмечается отсутствие наряда-допуска на проведение работ с повышенной опасностью, необходимых средств индивидуальной защиты, предохранительных решеток на всех бункерах элеватора и специальных лебедок для спуска и подъема людей в бункеры.

14 декабря 2013 г. на ООО «Элеватор Курбатово» (Воронежская область) при проведении ремонтных работ произошло частичное разрушение нории (устройства, предназначенного для подъёма зерна в вертикальном направлении на высоту более 30 м), вследствие чего обрушилась площадка для обслуживания головки нории вместе с находящимися на ней главным энергетиком и аппаратчиком обработки зерна, которые получили травмы, несовместимые с жизнью.

Расследованием установлено, что монтаж нории был выполнен без проектной документации, конструкция нории была незаконно изменена (устройство площадки обслуживания головки на нории производителем не предусматривалось), пострадавший главный энергетик предприятия не был аттестован по промышленной безопасности, работы проводились без применения средств индивидуальной защиты, а сами работы проводились без инструктажа персонала по безопасным методам работы и с грубейшими нарушениями требованиями безопасности.

29 апреля 2013 г. во время проведения огневых работ при монтаже скребкового транспортера приводной станции на элеваторе шро-

та ОАО «Иркутский масложиркомбинат» (Иркутская область) произошел взрыв, повлекший за собой групповой несчастный случай, в результате которого 4 сотрудника монтажной организации ООО «Базет» (г. Ангарск, Иркутская область) были госпитализированы с термическими ожогами различной степени (от 15 до 25 % кожного покрова). Повреждений оборудования и разрушений конструкций в результате инцидента зафиксировано не было.

23 октября 2013 г. произошел взрыв на комбикормовом производстве ОАО «Белгородский комбинат хлебопродуктов» (Белгородская область), повлекший за собой групповой несчастный случай, в результате которого три работника предприятия получили термические ожоги различной степени и были госпитализированы. Повреждений оборудования и разрушений конструкций здания не произошло.

17 декабря 2013 г. произошел взрыв на зерноперегрузочном комплексе (элеваторе) ОАО Комбинат «Стройкомплект» (г. Новороссийск, Краснодарский край), предназначенном для отгрузки зерновых культур на морской транспорт. Повреждений оборудования и разрушений конструкций здания не произошло.

В целом, техническое состояние объектов, на которых произошли чрезвычайные происшествия, признано удовлетворительным, хотя оно, безусловно, зависит от года ввода объектов в эксплуатацию, проведения на них реконструкций, технических перевооружений и капитальных ремонтов. Поэтому основными причинами аварий и инцидентов являются организационные причины: грубейшее нарушение законодательства в области охраны труда и пожарной безопасности, нарушений порядка проведения работ повышенной опасности, отсутствие нарядов-допусков на проведение опасных работ; пренебрежение средствами индивидуальной защиты; нарушение ведения технологических процессов, отсутствие предохранительных и блокировочных устройств, грубейшие нарушения в области обучения и инструктажа персонала безопасным методам работы, отсутствие постоянного контроля за состоянием охраны труда со стороны вышестоящего руководства и пр.

В целях уменьшения риска возникновения аварий и масштабов их возможных последствий на опасных производственных объектах, связанных с хранением или переработкой растительного сырья, в 2013 году разработаны Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья», утвержденные приказом Ростехнадзора от 21 ноября 2013 г. № 560.

Тем не менее 14 мая 2014 г. на Семейском мукомольно-комбикормовом комбинате зафиксирован взрыв пылевоздушной смеси. Произошло это во время проведения ремонтных работ на силосных бункерах, когда при резке днища бункера остатки пшеницы и зерновая пыль образовали взрывоопасную пылевоздушную смесь. В результате взрыва повреждены 5 соседних силосов, один полностью уничтожен взрывом.

14 марта 2017 г. на свинокомплексе «Красноярский» произошел еще один взрыв пылевоздушной смеси. В результате произошло частичное разрушение перекрытий двух этажей, пострадали трое рабочих. Причина взрыва - несоблюдение правил безопасности при проведении сварочных работ. Последствия - нарушение целостности конструкций и их разрушение.

13 декабря 2019 г. на хлебзаводе № 28 в г. Зеленоград произошел пожар. Причина пожара - загорание пыли и жировых отложений в вытяжке одного из цехов. Огонь распространился на девять погонных метров. Наиболее вероятной причиной пожара в МЧС назвали термическое воздействие печи. Следствием пожара являются многочисленные повреждения и разрушения технических устройств.

11 января 2020 г. на предприятии «Новоборисовское ХПП», которое производит комбикорм для свиноводческих мощностей «Агро-Белогорья», случился взрыв мучной пыли. В результате происшествия произошли частичное разрушение сэндвич-панелей и остекления здания, а также последующее возгорание готовой продукции. Предварительные причины случившегося — нарушение технологического регламента процесса производства, человеческий фактор. Последствия взрыва - частичное разрушение сооружений и конструкций цеха, возгорание готовой продукции.

15 октября 2020 г. на хладокомбинате «СМАК» в г. Екатеринбург зафиксирован пожар, который произошел из-за короткого замыкания электродвигателя в вентиляционном коробе. Впоследствии произошло возгорание отложений органической пыли и жира в цехе. Общая площадь пожара составила 800 кв. м. Из-за высокой температуры обрушилась часть кровли общей площадью 100 кв. м. Последствия пожара – разрушение зданий и сооружений.

Одной из крупных аварий на Элеваторе Ожерельевского комбикормового завода, стала авария 1975 года. Причина - взрыв мучной пыли при проведении электросварочных работ для устранения неисправности нории. Место первичного взрыва - башмак нории на 1 этаже рабочего здания. Травмировано 7 чел., из них 2 смертельно.

31 августа 2019 года произошло возгорание в зерносушилке,

прилегающей к Элеватору. Силами специалистов по технической эксплуатации было произведено отключение ГРП зерносушилки, а также трансформаторной подстанции. Прибывший на место происшествия аварийно-спасательный отряд, в целях наилучшего обследования очага задымления, принял решение о выгрузке из него зерна. Также было принято решение о вызове пожарной охраны. Прибывшие расчеты пожарной охраны, осмотрев место задымления, приняли решение о продолжении выгрузки зерна из зерносушилки. После полной выгрузки зерна из места задымления, сотрудники ГКУ МО «Мособлпожспаса» осуществили пролив тлеющего зерна. Очаг задымления был устранен. При осмотре места происшествия комиссия пришла к выводу о том, что задымление в зерносушилке произошло по следующим причинам: налипание (затор) сырого зерна на заднюю стенку зерносушилки, а также превышение температуры в зерносушилки вследствие нарушения технологического процесса.

12 марта 2021 года произошел пожар на 3-х этажном складе сырья АО «Куриное Царство», филиал «Ожерельевский комбикормовый завод». Пожар произошел во время производства ремонтных работ по демонтажу старого оборудования в процессе резки металла газовым резаком.

Ремонтные работы проводили сотрудники подрядной организации в количестве двух человек. Вся разрешающая документация, в том числе наряд-допуск, свидетельства о прохождении ПТМ (пожарно-технического минимума) и удостоверения сварщиков – были в порядке. Работники были обеспечены первичными средствами пожаротушения ОП-10 в количестве 4 шт, территория производства работ огорожена. Со стороны комбикормового завода «Ожерельевский» был обеспечен контроль за производством работ, в лице менеджера технической службы.

Причина пожара состояла в том, что сотрудниками подрядной организации, при выполнении огневых работ была повреждена линия подачи воздуха на производство, что и послужило началом распространения возгорания – искра от резки металла попала на сырье. Использование первичных средств пожаротушения (огнетушитель, вода, тент) не дало должного результата, в результате чего пламя распространилось по территории склада. Согласно данным Протокола об административном правонарушении инспектор отдела надзорной деятельности и профилактической работы по городскому округу Кашира «не в полном объеме обеспечил очистку места проведения огневых работ от горючих веществ и материалов в радиусе очистки территории от горючих материалов, использование которых не предусмотрено

технологией производства работ от попадания раскаленных частиц металла (Постановление Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479 "Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации" п. 356) что в последствии повлекло возникновение пожара».

Заключение экспертизы промышленной безопасности, было следующим: «В результате пожара электропроводка в здании склада оплавилась. Стены, потолок и сырье, расположенные в здании с первого по третий этаж закопчено. Каких-либо веществ и материалов, способствующих интенсивному распространению огня (факел, свеча, зажигалка и т.п.), следов возможных инициаторов горения (пустая тара из-под ЛВЖ и ГЖ, наличие характерных пятен выгорания разлитых горючих жидкостей на полу и предметах склада не было обнаружено. При тушении пожара, из очага пожара было вынесено к северным воротам склада газосварочное оборудование, состоящее из двух кислородных и одного пропанового баллона. В качестве средств тушения пожара применялись огнетушители, песок, вода, пена, как при тушении силами предприятия, так и после прибытия пожарных подразделений. Причиной пожара послужило попадание раскаленных частиц металла на сырье во время проведения сварочных работ, что в последствии повлекло возникновение возгорания.»

Рассматривая вышеуказанные случаи аварий и пожаров, мы можем провести некую параллель происшествиям, так как все они связаны с нарушением норм охраны труда и пожарной безопасности.

Избежать аварий и их последствий возможно при соблюдении действующих норм, а также при постоянном совершенствовании Плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПМЛЛА). Данный документ прописывает не только подробный алгоритм устранения аварий и инцидентов, но и позволяет предотвратить возможное их появление.

Постоянная готовность органов управления, сил и средств предприятия достигается повседневным контролем за укомплектованностью и обеспеченностью персонала средствами, необходимыми для локализации и ликвидации аварии, обучением персонала, проведением периодических инструктажей и противоаварийных тренировок, поддержанием в технически исправном состоянии техники и оборудования, а также средств индивидуальной защиты, используемых для локализации аварий и ликвидации их последствий, приобретением нового оборудования и средств индивидуальной защиты по мере необходимости.

Для обеспечения готовности сил и средств по локализации и ли-

квидации последствий аварий на территории предприятий необходимо в обязательном, не фиктивном, порядке проводить следующие мероприятия [3]:

- создать комиссию обученных и квалифицированных специалистов по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности в организации;
- иметь материально-финансовые резервы для локализации и ликвидации последствий аварий;
- заключить договор с аварийно-спасательным отрядом на оказание услуг по организации выполнения аварийно-спасательный работ, направленных на спасение людей и материальных ценностей предприятия;
- на постоянной основе проводить инструктажи и тренировки о мерах пожарной безопасности;
- усилить контроль за подрядными организациями, в особенности, выполняющими огневые работы на территории предприятий с опасными производственными объектами;
- обеспечить нахождение в постоянной готовности техники и оборудования, средств индивидуальной защиты и противопожарного инвентаря;
- иметь пожарную сигнализацию, проводить технический осмотр на постоянной основе, специализированными службами;
- иметь службу мониторинга, средства связи и оповещения.

Выполнение перечисленных пунктов, именно в физическом исполнении, а не только фиктивно, поможет предприятия предотвращать возможные наступления последствий аварий и инцидентов на опасных производственных объектах.

Библиографический список:

1. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 11.06.2021) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"

2. Анализ причин аварийности и травматизма в поднадзорных организациях Ростехнадзора за период с 2013– по 2023 год.

3. План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах ОАО «Ожерельевский комбикормовый завод» за 2023 год

УДК 628.31,628.35

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Коновалова Е.А., Корнеева Н.Н., Сальников Б.Ф.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассматриваются методы очистки сточных вод в естественных условиях и возможность их применения на территории Тульской области.

Ключевые слова: биологические методы очистки, почвенные методы очистки, почвы Тульской области, биологические пруды, поля орошения.

На 2020-21 гг. по данным различных источников в 14 районах Тульской области канализационные очистные станции являются нефункционирующими, еще 2 района нуждаются в реконструкции ОС. Отсутствуют данные об очистных станциях Плавского, Воловского, Каменского и Ефремовского района [1].

Согласно Постановлению Правительства Тульской области №19 от 20.01.2023 года выделены средства из федерального бюджета в размере 472,4 млн рублей на строительство ОСК (очистные сооружения канализации) в п. Дубна, с. Воскресенское и п. Теплое. Сроки строительства ОСК 2023-2024 годы, а также отмечено, что ведется работа по проектированию 6 очистных сооружений [2].

Утвержденная стратегия развития согласно Постановлению Правительства Тульской области №19 от 20.01.2023 года захватывает период с 2023 по 2030 год с прогнозом до 2035 года. За указанный период время часть малых городов, поселки городского типа, крупные села и деревни Тульской области, вообще не имеющие очистных сооружений и(или) не вошедшие в госпрограммы, значительно усугубят масштабные отрицательные последствия сбросов своих неочищенных промышленных или бытовых сточных вод в водоемы.

Длительные сроки и высокая стоимость строительства современных сооружений (и/или реконструкции уже имеющихся) очистных комплексов побуждает исследовать и рассматривать требующие меньшие затраты времени и более экономичные временные или постоянные меры при актуальном технико-экономическом обосновании.

Такими мерами с учетом гигиенических показаний, качества воды и почвенно-климатических условий являются, в том числе методы почвенной очистки сточных вод.

Классифицироваться сооружения почвенной очистки могут следующим образом [3].:

-местные (0,5-25 $м^3$/сут, ЭЧЖ 2-100 чел.) – площадки подземного орошения, площадки подземной фильтрации, площадки подпочвенного орошения, фильтрующие колодцы, фильтрующие траншеи (ФТ) с естественным слоем грунта, ФТ с искусственным слоем грунта, песчано-гравийные фильтры;

-малые (25-700м3/сут, ЭЧЖ 2-100 чел.) и поселковые (1400-10 000 м3/сут, ЭЧЖ 2-100 чел.)) – поля подземного орошения, малые поля подземного орошения, малые поля наземной фильтрации;

-городские (17 000-80 000 м3/сут) и районные (100 000-280 000 м3/сут) – коммунальные поля орошения, земледельческие поля орошения, наземные поля фильтрации.

С учетом требований п.9.1.3 [4] в классификацию включены величины ЭЧЖ, определенные по формуле:

$$N_{req} = 1000\ B_{en5}/60,$$

где B_{en5} – максимальная расчетная нагрузка по $БПК_5$, $кгO_2$/сут;

60 – расчетное количество загрязнений по $БПК_5$ от одного жителя, $гO_2$/чел в сут.

В данной статье мы рассмотрим необходимые условия использования полей фильтрации и полей подземной фильтрации, а также возможность применения данных методов на территории Тульской области.

Согласно [4] в части используемых почв требуются следующие условия:

-поля фильтрации следует устраивают на супесях, песках и легких суглинках;

-поля подземной фильтрации следует предусматривать на супесчаных и песчаных грунтах.

Для того, чтобы определить возможность использования данных методов на территории Тульской области, необходимо произвести анализ почв.

Согласно карте почв Тульской области, представленной в общедоступном источнике [5], дерново-подзолистые иллювиально-железистые почвы, основная порода которых – песчаная, составляет примерно 1,44 % от всей площади Тульской области.

Почва (почвенный комплекс) основная	50 — $П^{дк}$ Дерново-подзолистые иллювиально-железистые
Почва (почвенный комплекс) сопутствующая 1	—
Почва (почвенный комплекс) сопутствующая 2	—
Почва (почвенный комплекс) сопутствующая 3	—
Порода основная	Песчаные
Порода сопутствующая	—

Рис. 1. Фрагмент почвенной карты России

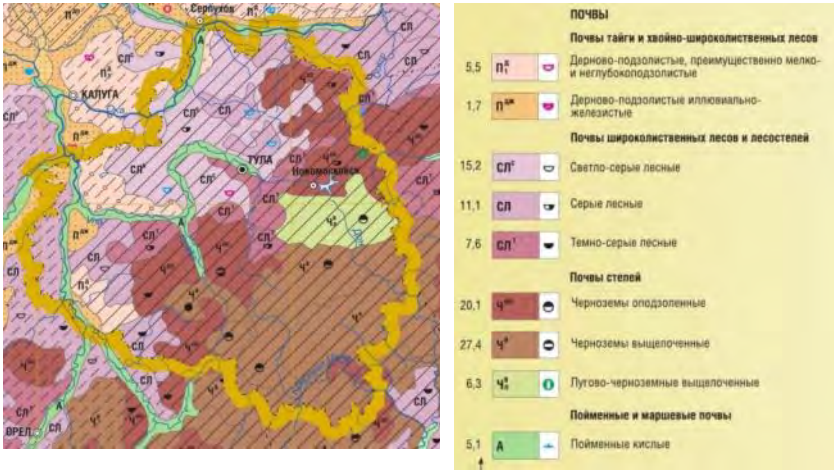


Рис. 2,3. Фрагменты карты почв Тульской области

Остальную большую часть площади занимают почвы, основной породой которых, являются глинистые и тяжелосуглинистые, то есть нефильтрующие и слабофильтрующие грунты.

Исходя из вышеизложенного, мы приходим к выводу, что площадь почв, подходящих для таких методов, как поля фильтрации и поля подземной фильтрации, крайне мала. В связи с этим, целесообразно рассмотреть другие методы биологической очистки в естественных условиях, подходящие для глинистых и тяжелосуглинистых грунтов.

Согласно [4] биологические пруды, песчано-гравийные фильтры и фильтрующие траншеи следует устраивать в водонепроницаемых и слабофильтрующих грунтах.

Биологические пруды (искусственно созданный водоем) надлежит применять для очистки и глубокой очистки городских, производственных и поверхностных сточных вод, содержащих органические вещества.

Биологическая очистка заключается в минерализации органических загрязнений сточных вод, находящихся в виде тонко диспергированных нерастворенных и коллоидальных веществ, а также в растворенном состоянии. Такой тип очистки в данных сооружениях происходит в основном за счет жизнедеятельности фито- и зоопланктона на свету рисунок 4

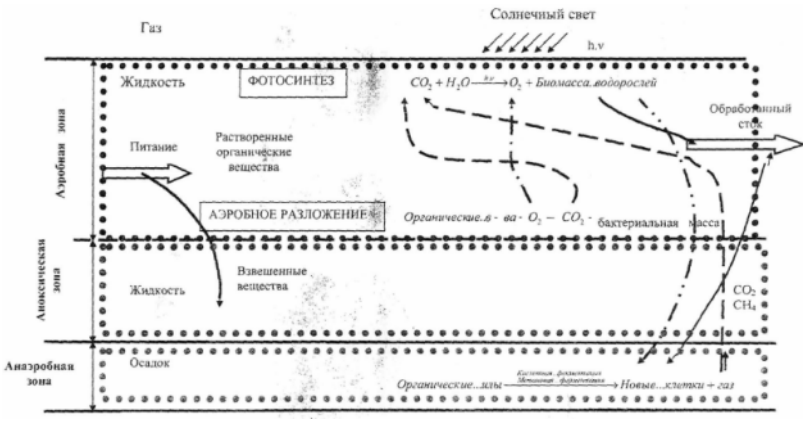


Рис. 4. Схема взаимодействия между популяцией микроорганизмов в пруду [7]

При проектировании биологических прудов допускается применять как естественную, так и искусственную аэрацию. При очистке в биологических прудах сточные воды не должны иметь $БПК_{полн}$ свыше 200 мг/л - для прудов с естественной аэрацией и свыше 500 мг/л - для прудов с искусственной аэрацией. При $БПК_{полн}$ свыше 500 мг/л следует предусматривать предварительную очистку сточных вод [4].

Принципиальная схема работы одноступенчатых I и многоступенчатых II прудов с естественной и искусственной аэрацией показаны на рисунке 5.

Также стоит рассмотреть искусственный аналог полей фильтрации – поля орошения. Данные сооружения в свою очередь подходят для водонепроницаемых и слабофильтрующих грунтов.

Очистка на полях орошения идет под действием следующих составляющих - почвенной микрофлоры, воздуха, солнца, и под влиянием жизнедеятельности растений.

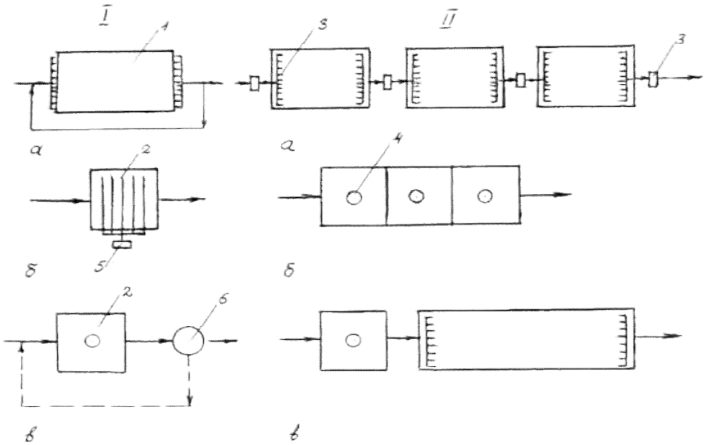


Рис. 5. Принципиальная схема работы прудов с естественной и искусственной аэрацией:

I – Одноступенчатые пуды:

а – с естественной аэрацией и рециркуляцией воды; б – с искусственной пневматической аэрацией; в – с искусственной механической аэрацией и рециркуляцией активного ила.

II – Многоступенчатые пруды: а – с естественной аэрацией; б – с искусственной аэрацией; в – смешанный тип.

1 – биологический пруд с естественной аэрацией; 2 – биологический пруд с искусственной аэрацией; 3 – водосливы-аэраторы; 4 – механический аэратор; 5 – воздуходувная станция;6 - вторичный отстойник.

При фильтрации сточных вод через почву в ее верхнем слое задерживаются взвешенные и коллоидные вещества. Данные вещества образуют на поверхности густонаселенную микроорганизмами пленку, которая адсорбирует на своей поверхности растворенные вещества, находящиеся в сточных водах. Микроорганизмы в свою очередь минерализуют органику с использованием растворенного кислорода.

Оросительные системы с использованием подготовленных сточных вод следует применять для орошения и удобрения земель, а также для доочистки сточных вод в естественных биологических условиях. Для орошения следует использовать подготовленные хозяйственно-бытовые, производственные и смешанные сточные воды

Оросительные системы с использованием сточных вод следует проектировать:

- с круглогодовым приемом сточных вод в пруды-накопители и с последующим использованием их для орошения только в вегетационный период;
-с круглогодовым приемом и круглогодовым поливом;
- с частичным, в том числе сезонным, приемом и с использованием сточных вод для орошения [6].

В настоящее время разрабатываются и внедряются государственный программы по улучшению состояния сферы ЖКХ, однако в связи с длительным сроком реализации, высокой стоимостью и ограниченными ресурсами следует обратить внимание на возможность решения проблем рационального использования водных ресурсов менее затратными способами.

Предложенные методы биологической очистки сточных вод с учетом гигиенических показаний, качества воды и почвенно-климатических условий могут быть использованы на территории Тульской области как при условии временных мер (при отсутствии сооружений как таковых, но при дальнейшем их плановом строительстве), так и при условиях постоянного использования (как запасной вариант на случай аварии на основных сооружениях или в случае достаточного технико-экономического обоснования).

Библиографический список:

1.Корнеева Н.Н., Суркова А.А. Проблемы рационального использования водных объектов. Сборник тезисов докладов 58-й научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ТулГУ со всероссийским участием, сборник докладов: в 2 ч. / под ред. д-ра техн. наук М.С. Воротилина. Ч. 1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2022. стр.279-281.

2.Постановление Правительства Тульской области № 19 от 20.01.2023 года «Об утверждении Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Тульской области на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года»,[Электронный ресурс]. -https://npatula.ru/storage/files/226658405-226658775.pdf

3.Гончарук Е.И., Сидоренко Г.И., Хруслова Т.Н., Циприян В.И. Гигиенические основы почвенной очистки сточных вод. М: «Медицна», 1976.- 183 с.

4. СП 32.13330.2018 «КАНАЛИЗАЦИЯ. НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ», утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 декабря 2018 г. N 860/пр и введен в действие с 26 июня 2019 г.

5. Информационная системаПочвенно-географическая база данных России,[Электронный ресурс]. -https://soil-db.ru/map/fridland

6.СП 100.13330.2016 «МЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И СООРУЖЕНИЯ. Актуализированная редакция СНиП 2.06.03-85», утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. N 953/пр и введен в действие с 17 июня 2017 г.

7. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМАХ», Фролов И.Ю., Щелково - 2009г., [Электронный ресурс]. -https://www.dissercat.com/content/tekhnologicheskie-modeli-protsessov-biologicheskoi-doochistki-stochnykh-vod-v-otkrytykh-vodo/read

УДК 331.453

ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ КОМБИКОРМОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Евдокимова Е.Ф., Кашинцева Л.В.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

В статье рассматривается важность системы охраны труда и промышленной безопасности в контексте опасных производственных объектов комбикормового производства. Отмечается необходимость обучения и аттестации работников, а также соблюдения требований по прохождению инструктажей. Рассматривается практическое исследование в области соблюдения Плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах.

Ключевые слова: опасные производственные объекты, охрана труда, промышленная безопасность, мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий

Этапы производства с использованием элеваторов, мельниц и комбикормовых заводов подразумевают работу с опасными материалами, в частности, пылевоздушной смесью. При слишком высокой концентрации мучной или зерновой пыли внутри закрытого помещения возможен мощный взрыв. В целях обеспечения безопасности таких объектов уже на этапе проектирования предусмотрены меры, соответствующие законодательству. Они направлены на предотвращение возможных инцидентов при переработке и хранении растительного сырья. Экспертиза в области промышленной безопасности выполняется лицензированными организациями для проверки соответствия указанным требованиям [1].

Государство осуществляет строгий контроль над опасными производственными объектами в связи с их потенциальной угрозой для здоровья людей и окружающей среды. Предприятия, занимающиеся данным видом производства, обязаны соблюдать жесткие нормативные требования в области промышленной безопасности. Нарушение и несоблюдение указанных требований может повлечь за собой применение санкций со стороны контролирующих государственных органов [2].

Таким образом, при эксплуатации объектов комбикормового производства система охраны труда и промышленная безопасность должны стоять на первом месте.

Важные требования к безопасности касаются не только производственных процессов, но и персонала, так как безопасность и правильное использование опасных объектов невозможно без активного участия сотрудников, которые непосредственно работают с ними.

Для обеспечения безопасных условий труда необходимо, чтобы работники прошли инструктажи, обучения и проверку своих знаний. Также для работников, занятых на опасных производственных объектах (ОПО), предусмотрена аттестация [3].

Законодательство в области труда требует, чтобы работодатель отстранял от работы работников, которые не прошли обучение и проверку своих знаний в области охраны труда в соответствии с требованиями. В случае допуска таких работников к работе, работодатель несет ответственность.

Организация, владеющая опасным производством, должна осознавать, что только работники, соответствующие требованиям квалификации и не имеющие медицинских ограничений, могут быть допущены к работе на опасном производственном объекте.

Во избежание возможной ответственности, связанной с опасными производствами, необходимо точно следовать процедурам проведения инструктажей, обучения и аттестации. Несоблюдение установленных процедур и незаконное отстранение работников от работы может привести к дополнительным финансовым затратам для организации.

Обращаясь к локальным нормативным документам АО «Куриное Царство» филиал «Ожерельевский комбикормовый завод», а именно к Плану мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий (ПМЛЛА), отметим следующее: согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» готовность аварийно-спасательных формирований к реагированию на чрезвычайную ситуацию и проведению работ

по их ликвидации определяется в ходе специальной оценки, а также во время проверок, осуществляемых в пределах своих полномочий МЧС России, органами государственного надзора, органами по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям субъектов Российской Федерации, а также федеральными органами исполнительной власти, создающими указанные службы и формирования.

На объектах разработаны инструкции по правилам эксплуатации оборудования и установок, по технике безопасности при проведении различных работ, по охране труда, по действию обслуживающего персонала при возможных аварийных ситуациях, утвержденные руководителем филиала. Перед допуском к самостоятельной работе персонал проходит обучение на курсах по рабочим профессиям и целевому назначению. Каждый сотрудник, принимаемый на работу, проходит вводный инструктаж по технике безопасности, охране труда, первичный инструктаж на рабочем месте.

В целях обеспечения постоянной готовности сил и средств к локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте АО «Куриное Царство» филиал «Ожерельевский комбикормовый завод» предусмотрен ряд мероприятий [4].

1. Функционирует система производственного контроля. Контроль осуществляется за соблюдением законодательства о труде, правил, норм и инструкций по безопасному ведению работ, пожарной безопасности, за технологическим оборудованием с целью исключения отказов, за поддержанием в рабочем состоянии сооружений и т.д.

2. Регулярно планируются и проводятся тренировки, на которых практически проверяется реальность планов устойчивости работы объекта при возникновении аварий, катастроф и стихийных бедствий.

3. Установлен противопожарный режим, в том числе:

- установлен порядок сбора, хранения и удаления горючих веществ и материалов, содержания и хранения спецодежды;
- определен порядок обесточивания электрооборудования в случае пожара и по окончании рабочего дня.

4. Организовано финансовое обеспечение следующих мероприятий по локализации и ликвидации аварий:

- обучение персонала;
- оснащение средствами индивидуальной защиты персонала;
- оснащение средствами для ликвидации аварийных ситуаций.

5. Созданы запасы материально-технических средств [4].

Однако, практическое исследование предприятия указывает, что на предприятии «Куриное Царство» филиал «Ожерельевский комбикормовый завод» присутствуют многочисленные противоречия действующему ПМЛЛА.

Как и большинство отечественных предприятий в период нестабильности экономики, кадрового голодания в связи с ситуацией в стране, политической нестабильности во внешней экономике, бизнес погряз в постоянной «бюрократической писанине», также отсутствует персонал, который может качественно выполнять все функции по содержанию предприятия, либо финансовая нестабильность на рынке приводит к тому, что предприятия не могут удержать кадры.

Все это привод к ошибкам, как следствие авариям на опасных производственных объектах. Рассмотрим каждый из пунктов представленных в ПМЛЛА [4].

«На предприятии функционирует система производственного контроля. Контроль осуществляется за соблюдением законодательства о труде, правил, норм и инструкций по безопасному ведению работ, пожарной безопасности, за технологическим оборудованием с целью исключения отказов, за поддержанием в рабочем состоянии сооружений и т.д.». Фактически производственный контроль осуществляется только специалистом по охране труда и промышленной безопасности. Ответственный следит за производственным контролем фиктивно, на бумаге, отчетность также сдается специалистом по охране труда, большинство замечаний и предписаний поступающих ответственному за производственный контроль на ОПО остаются без рассмотрения, в силу отсутствия временного ресурса.

«Регулярно планируются и проводятся тренировки, на которых практически проверяется реальность планов устойчивости работы объекта при возникновении аварий, катастроф и стихийных бедствий». План проведения тренировок, действительно присутствует, однако время на проведения тренировок с персоналом со стороны производства, либо инженерных служб практически не выделяется, в силу описанных выше проблем.

«Установлен противопожарный режим». Однако не в полной мере соблюдается противопожарные меры, а том числе регулярная уборка элеватора от запыленности, не проводятся учения по пожарной подготовке, уличные пожарные гидранты не обслуживают в физическом исполнении, не производится регулярная зачистка от сырого зерна в силосах элеватора. Все перечисленное приводит к авариям (пожарам) на ОПО.

«Организовано финансовое обеспечение следующих мероприятий по локализации и ликвидации аварий: обучение персонала; оснащение средствами индивидуальной защиты (СИЗ) персонала». Обеспечение СИЗ осуществляется не своевременно, в силу отсутствия ответственного за выдачу товарно-материальных ценностей специалиста, учет СИЗ сотрудникам ведется не в полной мере.

Перечисленные недостатки приводят к катастрофическим последствиям, в том числе к авариям на ОПО. Рекомендациями по устранению данных нарушений может выступать лишь качественный подбор инженерно-технического персонала, который в полную силу будет брать на себя ответственность за возложенные на него функции по исполнению Производственного контроля на ОПО. Также необходимо проводить реальное обучение персонала, с проведением фактического, а не фиктивного, инструктажа по охране труда, промышленной безопасности, пожарной безопасности на предприятиях.

Руководителям предприятий с ОПО необходимо понимать, что частой причиной аварий становится человеческий фактор, в силу незнания и (или) несоблюдения, сотрудником элементарных правил безопасности. Корректное и фактическое выполнение мероприятий по охране труда и промышленной безопасности позволяет предотвратить возможные негативные последствия и обеспечить безопасность на производстве.

Библиографический список:

1. Онькин А., Колпаков А., эксперты промышленной безопасности ООО «Промтехэкспертиза» - Статья: «Непыльная работа» Вопросы промышленной безопасности при эксплуатации и проектировании объектов растительного сырья – Электронный ресурс – Режим доступа - https://rynok-apk.ru/articles/technology/nepylnaya-rabota/

2. Гибадуллина З. Опасные производства: инструктаж и обучение персонала, современные методы контроля, цифровизация - споры в судах и их анализ // Трудовое право. 2020. N 10. С. 5 - 10.

3. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 29.12.2022) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" // Российская газета", N 145, 30.07.1997

4. План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах АО «КЦ» филиал «Ожерельевский комбикормовый завод», 2023 г.

5. Постановление Правительства РФ от 15.09.2020 N 1437 "Об утверждении Положения о разработке планов мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасных производственных объектах" // Официальный интернет-портал правовой информации http://www.pravo.gov.ru, 18.09.2020

6. Тихомирова Л.А. Документация по промышленной безопасности // СПС КонсультантПлюс. 2020.

УДК 551.521

ИЗМЕНЕНИЕ СУММАРНОЙ БЕТА-АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ НА ТЕРРИТОРИИ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Рылеева Е.М., Ивлиева М.С.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

В работе рассмотрены вопросы, касающиеся процессов изменения радиационной обстановки на территории Тульской области за период 2017-2020 гг. Выявлены связи между интенсивностью выпадений суммарной бета-активностью радионуклидов и погодными условиями. Рассмотрена модель процесса выноса радионуклидов из почв. Показана значимость исследования радиоактивной обстановки на территории Тульской области как зоны с повешенными показателями активностей вследствие последствий на ЧАЭС.

Ключевые слова: радиационная обстановка, радионуклиды, суммарная объемная бета-активность.

За время, прошедшее после аварии на ЧАЭС, радиационная ситуация на территории Росси заметно улучшилась. Об этом свидетельствуют оперативные ежедневные данные, поступающие в систему радиационно-гигиенического мониторинга ФГБУ «НПО «Тайфун», в который стекаются данные из 1261 пункта наблюдения. Метод отбора проб аэрозолей осуществляется воздух фильтрующими установками на фильтр ФПП-15-1,5 [1]. Данный показатель выбрали из-за того, что он характеризует общее радиационное состояние местности, легко контролируется, способен реагировать на малейшие изменения. Суммарная бета-активность отражает совокупность всех долговяжущих бета-излучающих радионуклидов в атмосферном воздухе[3].

Несмотря на складывающуюся благоприятную обстановку, в современных условиях усиления техногенных нагрузок необходимость ведения постоянного радиационно-гигиенического мониторинга очевидна.

Тульская область, в результате выпадения радиоактивных осадков после аварии на ЧАЭС, попала в зону загрязнения цезием-137, у которого период полураспада составляет 30 лет [2]. Вследствие чего интерес к загрязнению радиоактивными веществами значительно вырос.

Так как в результате радиоактивного распада, концентрация радионуклидов в почве меняется, то соответственно и площадь загрязнения земель со временем сокращается. В связи с этим Министерством

РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий периодически утверждается порядок организации работы по подготовке предложений по пересмотру границ зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на ЧАЭС и пересматривается перечень пунктов, находящийся в них. Последний пересмотр был от 21.07.2015 г. согласно Приказу №380. После этого было издано Постановление Правительства РФ от 08.10.2015 г. №1074 «об утверждении перечня населённых пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС», согласно которому исключен 91 населённый пункт Тульской области.

На территории Тульской области мониторинг суммарной бета-активности радионуклидов проводится на АМСГ Тула - авиационной метеорологической станции гражданской, расположенной на аэродроме Клоково, координаты которой 54.2 с.ш., 37.6 в.д.

В соответствии со статистическими данными, опубликованными на сайте Единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки на территории РФ,был выполнен анализ результатов многолетних наблюдений за величиной суммарной объемной бета-активности атмосферного воздуха на территории Тульской области за 2017-2020 гг. На основании этого имеем ряд данных, представленный в таблице №1.

Таблица №1.

Выпадения суммы бета-активных радионуклидов АМСГ Тула

Пункт контроля				Выпадения Бк/м^2*сут.
Название	Широта	Долгота	Дата отбора	
2020				
Тула АМСГ	54.2	37.2	август	0,7
			июнь	0,8
			май	0,8
			март	0,8
			февраль	0,8
			январь	0,7
2019				
Тула АМСГ	54.2	37.2	ноябрь	1,0
			октябрь	0,7
			сентябрь	0,6
			август	0,6
			июль	0,5
			июнь	0,5

			май	0,6
			апрель	0,8
			март	0,9
			февраль	1,1
			январь	0,7
2018				
Тула АМСГ	54.2	37.2	декабрь	0,4
			ноябрь	0,7
			октябрь	0,9
			Август	0,6
			июль	0,7
			май	0,9
			апрель	0,9
			март	0,7
			февраль	1,4
			январь	0,6
2017				
Тула АМСГ	54.2	37.2	декабрь	1,1
			ноябрь	0,4
			октябрь	0,5
			сентябрь	0,7
			август	0,4
			июль	0,9
			июнь	0,8
			май	0,4
			апрель	0,4
			март	0,4
			февраль	0,4
			январь	0,4

По временному ряду, выявлено, что среднегодовые значения суммарной объемной бета-активности атмосферного воздуха на территории Тульской области находятся в пределах от 0,6 до 0,8Бк/м^2*сут., достигая в отдельные периоды по данным разовых измерений максимальных значений 1,4Бк/м^2*сут.и минимальных 0,4 Бк/м^2*сут.Наглядное представление кривой изменений показана да диаграмме (рисунок №1).

Средневзвешенная суммарная бета-активность составляет 0,7 Бк/м^2*сут. Наименьшее среднемесячное значение наблюдалось в декабре 2018 г., наибольшее – в феврале 2018 г. Среднемесячное значение суммарной бета-активности атмосферных выпадений в среднем по

территории увеличилось за 4 года, линия тренда имеет восходящий характер.

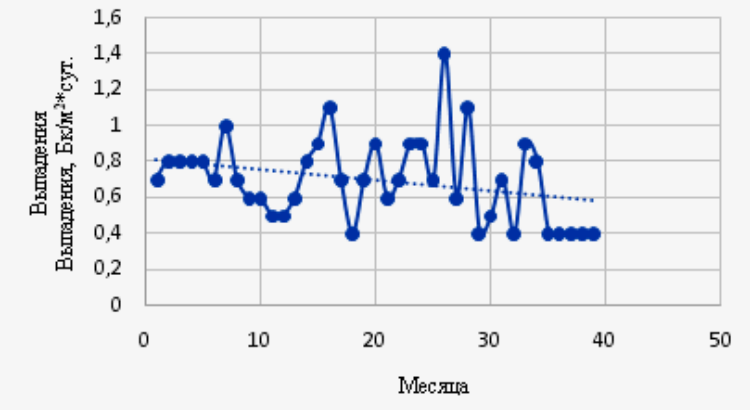


Рис. 1. Выпадения суммы бета-активных радионуклидов за 2017-2020 гг.

Основными источниками поступления бета-излучающих радионуклидов техногенного происхождения в атмосферу обусловлено ветровым подъемом радиоактивных веществ с поверхности почв, загрязненных в результате глобальных выпадений.

Вклад ветрового подъема пропорционален содержанию радионуклидов в почвах, в строительных материалах для сооружения конструкций и коммуникаций. Временные значения суммарной объемной бета-активности атмосферного воздуха зависят от многочисленных факторов: сезонности, погодно-климатических условий, силы и направления ветра, типа почв и содержания природных радионуклидов в них, интенсивности выбросов предприятий.

Из этого следует, что величина суммарной объемной бета-активности атмосферного воздуха на территории Тульской области за последние годы в основном определяется ветровым выносом природных радионуклидов с поверхности почв. Как известно, что интенсивность сальтации радиоактивных частиц зависит от скорости ветра на высоте 2,1 м и подстилающей поверхности.

Исходя из среднегодовых скоростей ветра за 2017-2020 гг., приведённых в таблице №2, можно наблюдать корреляцию в изменении выпадения суммарной бета-активности радионуклидов.

Таким образом, формируется вторичное загрязнение атмосферы токсичной пылью, осевшей на подстилающую поверхность и вновь поднятой ветром в воздух.Кроме того, на территории Тульской области отсутствуют крупные предприятия, использующие и производящие

радиоактивные вещества, так что за последние годы суммарная объемная бета-активность должна целиком определяться ветровым выносом природных радионуклидов с поверхности почв.

Линия тренда также имеет восходящую тенденцию к 2020 году, что также свидетельствует о том, что повышение выпадений объемной бета-активности связано с усилением выноса из-за повешения скоростей ветров.

Таблица 2.

Среднегодовая скорость ветра за 2017-2020 гг.

Года	2017	2018	2019	2020
Среднегодовая скорость ветра м/с.	2,4	2,3	2,7	2,5

Почва является первым звеном накопления радионуклидов, из которойони выносятся в атмосферный воздух, далее включаясь в биологическую цепочку и пространственно-временное перераспределение[4]. Дальнейшая опасность заключается в том, что поднятая ветром радиоактивная пыль проникает в организм человека, являюсь причиной возникновения хронических заболеваний, а также загрязняет водоёмы и растительность, в том числе сельско-хозяйственные культуры. Ещё одна опасность выражается во вторичном загрязнении почв, а также при выраженной ветровой эрозии и метелевом переносе радиоактивного снега, которые приводят к смещению границ радиоактивной загрязненной зоны.

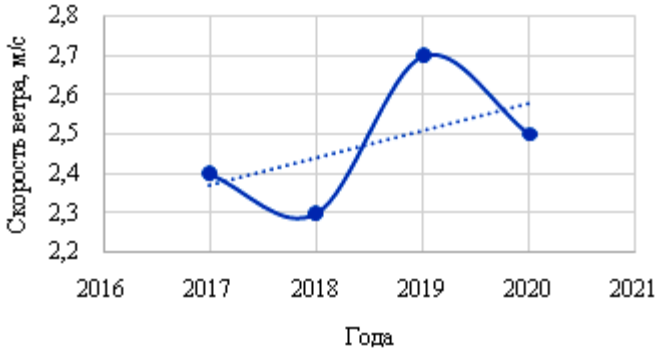


Рис. 2. Изменения скорости ветра на территории Тульской области за 2017-2020 гг.

Отсюда следует, что проведение радиационно-гигиенического контроля является необходимым методом при решении проблемы изучения аккумуляции и распределения радионуклидов.

Библиографический список

1. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2018 году: ежегодник под редакцией Шершако В.М., Булгаков В.Г., Крышев И.И., Вакуловский С.М., Каткова М.Н., Крышев А.И.: Обнинск, 2019 г.

2. http://www.ecorodinki.ru/tulskayaoblast/ekologiya

3. Суммарная объемная бета-активность атмосферного воздуха как интегральный критерий оценки выбросов в атмосферу природных и техногенных радионуклидов. Радиациаонная гигиена. – Стамат И.П.– Т.8, №4.-с.74-82. Спб,2018.

4. Радиологическое состояние почвенного покрова как важнейший критерий оценки загрязнения окружающей среды. - Финк А.Д., Шаяхметов М.Р.: ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»: Омск. - Изд-во «Федеральный научный центр гигиены им Ф.Ф. Эрисмана, с.113-116, 2018 г.

УДК 574:543.3

ГЛИНИСТЫЕ АЛЮМОСИЛИКАТНЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Панарин В.М., Рылеева Е. М.
Тульский Государственный Университет, г.Тула, Россия

Проведен анализ существующих алюмосиликатных сорбентов, даны эксплуатационные и экономические преимущества и недостатки сорбционного метода очистки сточных вод традиционными сорбентами.

Ключевые слова: сорбенты, алюмосиликаты, очистка, сточные воды.

Сорбционная очистка сточных вод алюмосиликатными материалами является в настоящее время перспективным и уже применяемым на практике методом.

Как отмечают многие специалисты, сорбционный метод успешно сочетает высокую, почти невыполнимую другими способами, эффективность извлечения ионов тяжелых металлов и высокую производительность процесса очистки при сравнительно небольших материальных и энергетических затратах. Преимуществом сорбционной технологии является простота аппаратурного оформления и вероятность внедрения автоматизации процесса как в целом, так и отдельных его частей.

Сорбция тяжелых металлов, согласно Смирнову А.Д. [1], целесообразна в низкоконцентрированных растворах. Согласно правилу Панета, ионной решеткой хорошо адсорбируются из раствора те ионы, которые способны давать с ионами обратного знака, входящими в состав решетки, малорастворимое соединение, при этом чем менее растворимо это соединение, тем энергичней и полней будет адсорбция.

Возможность сорбции ионов в сильной степени зависит от соотношения знаков их электрического заряда и знака заряда поверхности частицы сорбента. Ион будет успешно сорбироваться лишь в том случае, если знак его заряда противоположен знаку заряда поверхности сорбирующей частицы. При одинаковых знаках заряда сорбция будет отсутствовать даже в том случае, когда ион образует с электропротивоположной составной частью поверхности частиц осадка весьма малорастворимое соединение. Поэтому правило Панета [2] дополняется адсорбционным законом Хана: ион адсорбируется поверхностью кристалла в том случае, если поверхность кристалла имеет заряд, противоположный заряду сорбируемого иона, при этом адсорбция тем сильней, чем менее растворимо или диссоциировано соединение, которое может образовать сорбируемый ион с противоположно заряженным ионом решетки.

Присутствие электрического заряда на поверхности частицы обуславливает их существование в виде коллоидов. Двойной электрический слой коллоидных частиц препятствует их слипанию друг с другом и с зернами фильтрующей загрузки. Заряд частиц зависит от состава водной фазы (раствора), в результате адсорбции ионов тяжелых металлов на поверхности твердой частицы сорбентов уменьшается ее заряд или изменяется знак заряда.

Неустойчивость коллоидных систем при контактной фильтрации достигается путем активации поверхности сорбентов химическими соединениями [3], которые способствуют склеиванию коллоидных частиц. Например, поверхность адсорбента Глинт активирована CaO и MgO.

Сорбционная очистка промстоков применяется в тех случаях, когда требуется практически полное извлечение загрязняющих компонентов [1]. Реже она применяется для изъятия из сточных вод одного известного вещества с целью его последующей регенерации и получения товарного продукта, поэтому фильтрование через зернистый слой [4] применяется как отдельный или конечный этап очистки.

В настоящее время единого документа, регламентирующего комплекс требований к зернистым сорбционным материалам пока нет.

На каждый новый материал по итогам инструментальных анализов составляется паспорт, на основе которого Министерство природных ресурсов и экологии РФ выдает разрешение на применение этого материала в сооружениях при подготовке воды. Помимо санитарно-гигиенических требований, сорбционные загрузки должны соответствовать ряду технологических требований [5].

При наличии нескольких видов сорбентов для вновь строящихся, реконструируемых или действующих сооружений предпочтение загрузки отдается на основе технико-экономических расчетов. Во внимание принимаются такие факторы, как вероятность увеличения производительности сооружений посредством использования высокоэффективных зернистых загрузок, затраты на транспортировку исходного материала и долговечность материала [5].

Процесс сорбции является избирательным. В соответствии с правилом Панета-Фаянса-Гана [2], осадок адсорбирует из раствора те ионы, которые образуют наименее растворимое или наименее диссоциированное соединение с одним из ионов осадка. Следовательно, необходимо правильно подобрать сорбент, способный образовывать нерастворимые соединения с металлами. Большое значение при таком подборе имеет произведение растворимости образующегося химического соединения. Для того чтобы из раствора произошло выделение в твердую фазу малорастворимого соединения, произведение концентраций (активностей) составляющих его ионов в растворе должно превысить произведение растворимости этого металла.

Подвижность многих микроэлементов в воде зависит от величины водородного показателя (pH), при определенных значениях которого происходит выпадение металлов в осадок. Например, как отмечено в работе А. А. Беуса [6], «в результате природного или антропогенного загрязнения при повышении содержания металлов в водах до значений, превышающих необходимые для достижения произведения растворимостей соответствующих гидроокисей, повышение pH раствора может вызвать их выделение в осадок».

Чаще всего для сорбционной очистки воды используют активные угли (АУ), получаемые из разнообразного углеродсодержащего сырья (каменные и бурые угли, древесина, полимеры, отходы пищевой, целлюлозно-бумажной и других отраслей промышленности) [7]. Однако традиционные сорбенты - активные угли - являются материалами разового использования. Регенерация активированных углей дорогостоящая и трудоемкая операция и в условиях действующих водоочистных сооружений практически невозможна, так как требуется изъятие загрузки из фильтра, восстановление его поверхностной ак-

тивности за пределами системы очистки на специализированной установке. После регенерации доставка материала назад на водоочистную станцию и засыпка его в сорбционный фильтр. В том случае, если выбирается путь разового использования адсорбентов, кроме существенных затрат на замену материала возникает возможность появления экологической опасности, поскольку для надежного захоронения отработанного загрязненного адсорбента потребуются большие экономические расходы.

Эксплуатационные и экономические недостатки сорбционного метода очистки сточных вод традиционными сорбентами ликвидируются при использовании адсорбентов, обладающих высокой поверхностной активностью зерен, позволяющих восстанавливать сорбционную способность посредством технологически несложной, непродолжительной регенерации, проводимой непосредственно в фильтровальном сооружении [8]. Наиболее эффективной основой для получения адсорбентов с целенаправленно регулируемыми свойствами смогут послужить природные алюмосиликатные минералы, так как в их структуру вводятся почти любые добавки органического и минерального происхождения, которые придадут поверхности зёрен необходимые свойства.

Поэтому в настоящее время перспективными адсорбентами для очистки промышленных стоков являются глинистые алюмосиликатные минералы [2] (бентонитовые глины - монтмориллонит и бейделлит, каолинит, биотит, вермикулит и др.).

Глинистые минералы – алюмосиликаты щелочных и щелочноземельных металлов с химической формулой $Me_{2/n}O{\cdot}Al_2O_3{\cdot}xSiO_2{\cdot}yH_2O$, Me – катион металла, n – его валентность.

Алюмосиликаты имеют трехмерную сетчатую (слоистую или волокнистую) структуру в виде жесткой кристаллической решетки (алюмосиликатный каркас, образованный тетраэдрами SiO_4 и AlO_4) со значительными (до 0,7 нм) расстояниями между узлами решетки. Часть ионов Si^{4+} в решетке изоморфно замещены ионами Al^{3+}, что создает избыток отрицательного заряда решетки, нейтрализуемый достаточно подвижными катионами натрия, калия, кальция и магния, играющими роль противоионов [2].

Отличительным и положительным свойством алюмосиликатных минералов является «дефектность» их кристаллической решетки и возможность катионного замещения. Слоистая тетраэдооктаэдрическая структура алюмосиликатов позволяет встраивать катионы не только в свою кристаллическую решетку [8], но и в межслоевые и межплоскостные пространства, а также на базальные плоскости час-

тиц минерала. Глинистые минералы высокодисперсны, имеют развитую поверхность и являются хорошими сорбентами (особенно для полярных веществ).

Для глинистых минералов вместе с ионным обменом характерны физическая и молекулярная сорбция.

Физическая сорбция характеризуется присутствием некоторого избыточного отрицательного заряда на гранях кристаллов (разорванные связи) и поверхностных гидроксидных групп кислого и основного характера, способных к ионизации по следующим схемам [2]:

при pH = 11,4 - 11,9 $SiOH \leftrightarrow SiO^- + H^+$

при pH =2,5 $Al(Fe, Mg)OH \leftrightarrow Al(Fe, Mg) + OH^-$

Наличие OH-групп обусловливает также отмечаемую у слоистых минералов низкую (0,07- 0,17 мэкв/г) способность к анионному обмену.

При молекулярной сорбции поглощаемые загрязнители находятся между плоскостями пакетов, разрушая первоначальные аквокомплексы, но не меняют строения самих слоев. При этом расстояние между слоями увеличивается, так как глинистый минерал набухает внутриламинарно. Благодаря этому свойству глинистые минералы имеют высокую избирательностью к неорганическим ионам и молекулам.

В настоящее время сорбционные процессы с использованием новых фильтрующих материалов, обладающих гарантированными техническими характеристиками - перспективное направление в технологии удаления загрязняющих компонентов из сточных вод [1], где основными загрязнителями являются высокотоксичные соли тяжелых металлов в частности алюминия, цинка, кадмия, олова, свинца, меди, железа, никеля, кобальта, хрома, марганца и др.

УДК 504.05

МИНИМИЗАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Лабусова В.В.
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Гальваническое производство характеризуется не только значительным потреблением воды, а также образованием

большого количества сточных вод. Процесс нанесения гальванических покрытий сопровождается поступлением разнообразных загрязняющих веществ в воду, в первую очередь, ионов тяжелых металлов. В данной статье рассмотрены методы очистки сточных вод гальванических производств, а также преимущества одного из методов.

Ключевые слова. Гальваническое производство, сточные воды, гальванические стоки, метод ферритизации.

Производство гальванических покрытий является одним из опасных источников загрязнения окружающей среды, в первую очередь поверхностных и подземных вод. В процессе нанесения гальванических покрытий образуется большое количество сточных вод, которые содержат вредные примеси тяжёлых металлов, щелочей, неорганических кислот, а также большого количества токсичных отходов, образованных в результате реагентного метода очистки сточных вод, содержащих тяжёлые металлы.

Воздействия гальванического производства на окружающую среду представлены в таблице 1.

Таблица 1

Воздействие гальванического производства на окружающую среду

Компонент окружающей среды	Воздействие на компонент ОС
Атмосферный воздух	Выбросы загрязняющих веществ вытяжной вентиляцией
Водные ресурсы	Образование сточных вод, содержащие ионы тяжелых металлов
Отходы	Образование токсичных отходов, в результате очистки сточных вод

Сточные воды гальванического производства делят на 3 группы:

– цианистые, которые образуются при промывке деталей в результате нанесения покрытий из растворов, содержащих цианиды;

– хромосодержащие, образованные при промывке деталей после нанесения хрома;

– кислотно-щелочные , образованные при промывке деталей после обезжиривания или травления.

В зависимости от состояния вещества в растворе, загрязняющие вещества разделяют на четыре вида: тонкодисперсные суспензии

и эмульсии, высокомолекулярные соединения и коллоиды, соли, кислоты, основания, которые растворены в воде, а также электролиты.

Каждую из описанных выше групп загрязняющих веществ можно очистить специальными методами.

Выделяют семь групп методов очистки гальванических стоков, классификационная схема которых представлены на рисунке 1.

Рис.1. Классификационная схема методов очистки гальванических стоков

На данный момент в практике находит место применение метода ферритизации, в результате сочетания реагентного метода очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов с применением реагентов, сожержащих железо.

Сущность технологического процесса очистки сточных вод производства гальванопокрытий состоит в том, что стоки подвергают обработке электрогенерируемым коагулянтом ФФГ (ферроферрригидрозоль, система $Fe(OH)_2/(OH)_3$, нетоксичное коллоидное вещество, получаемое из отходов стали путем электролиза). Этот способ объединяет наилучшие стороны электрохимического и реагентного способов.

Основным реагентом ферритизационной обработки сточных вод используют гидрат сернокислого закисного железа $FeS0_4$-$7H_2O$, который является отходом производства двуокиси титана, а также травления стали.

Технологический процесс очистки сточных вод с применением ферроферрригидрозоля подразделяется на несколько стадий:

– приготовление коагулянта фероферрригидрозоля;

– приготовление рабочих растворов;

– усреднение стоков;

– обработка сточных вод в реакторе (восстановление шестивалентного хрома, образование гидроокисей двухвалентных металлов и их сорбирование);

– слив воды, обработанной в реакторе и отделение осадка;

– обезвоживание осадка – получение продукта ФГО.

Продукт ФГО представляет собой пастообразный (шламообразный) осадок с влажностью до 85 %, плотностью 1,2-1,6 г/см^3 черного или коричневого цвета. По химическому составу продукт ФГО – гетерополисоединение, состоящее из гидроксофосфатов железа. Невзрывоопасен и непожароопасен. По токсичности продукт ФГО относится к 4 классу опасности (малоопасный). Полученный продукт ФГО может передаваться на переработку в кирпич на керамический завод.

Основными достоинствами метода ферритизации являются:

– одновременное удаление разнообразных ионов тяжелых металлов в одну стадию;

– возможность совместного удаления растворенных тяжелых металлов;

– процесс не чувствителен к влиянию других солей, которые могут присутствовать в сточных водах в больших концентрациях;

– расчёт класса опасности полученных ферритных шламов показывает, что данные отходы относятся к IV классу опасности.

Заключение. Таким образом, одной из наиболее актуальных экологических проблем промышленных предприятий, которые имеют в своем технологическом цикле гальванические процессы, является проблема ликвидации гальванических шламов – осадков, образующихся при очистке гальванических сточных вод реагентным, электрокоагуляционным и другими методами. Целесообразным выходом из сложившейся ситуации является создание технологий их обезвреживания, которая позволит снизить их растворимость в атмосферных осадках, и тем самым минимизировать их опасность для окружающей среды. В настоящее время находит все более широкое применение метод ферритизации, как модификация реагентного метода очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов с применением железосодержащих реагентов.

Библиографический список:

1. Виноградов, С.С. Организация гальванического производства / С.С. Виноградов – Минск, 2015. – 478 с.
2. Утилизация шлама гальванических производств / В.И. Наумов [и др.]. – Минск, 2012. – 47 с.
3. Климов, Е.С. Природные сорбенты и комплексоны при очистке сточных вод / Е.С.Климов, М.В. Бузаева. – Ульяновск, 2018. – 201 с.
4. Снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду путём изменения класса опасности токсичных отходов методом ферритизации / А.В. Головников [и др.]. – Тула, 2012. – 139 с.
5. Адсорбция ионов тяжелых металлов на гальванических шламах и захоронение шламов в почву / З.В. Подольская [и др.]. – Москва, 2017. – 47.

УДК 622.2:504.06

ВОЗДЕЙСТВИЕ ОСУШЕНИЯ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Пинчук В.Р., Михальчук М.Н., Пухова О.В.
Тверской государственный технический университет, Тверь, Россия

В статье на основе предыдущих исследований изучено влияние торфяного месторождения на климат. В результате проведенных исследований установлено, что осушение торфяного месторождения приводит к больше к негативным последствиям, чем положительных.

Ключевые слова: торф, торфяное месторождение, осушение, углекислый газ, защита окружающей среды.

Торф - осадочная горная порода органического происхождения, образовавшиеся в результате отмирания и неполного распада болотных растений в условиях повышенной влажности без доступа к кислороду (O_2) и содержащая менее 50% минеральных компонентов на сухое вещество. (рис.1.1)

На сегодняшний день в России выявлено и разведано 154 млрд. тонн торфа. В Азиатской части Федерации сосредоточено примерно 64%, а в Европейской - 36% запасов торфа. Изученность запасов торфа неодинакова в различных районах и связана в основном с интенсивностью использования торфяных ресурсов [1].

Самым большим болотом России и Европы считается Васюганское, занимающее площадь 53 тыс. км2 между крупными

реками Сибири - Иртышом и Обью (Томская, Новосибирская и Омская области). Васюганское болото образовалось около 10 тысяч лет назад, а процесс заболачивания территории до сих пор продолжается [9].

Всего же на территории России на сегодняшний день существует 35 болот - их суммарная площадь составляет 10,7 млн. га. Все они, согласно постановлению правительства РФ от 13 сентября 1994 года № 1050, имеют международное значение и находятся на территории 21 субъекта РФ.

Торфяные месторождения затрудняют освоение природных ресурсов северных и восточных районов России: ведь на заболоченных территориях сложно строить дороги и здания. С другой стороны, болота регулируют гидрологический режим рек, способны снижать содержание в воде загрязняющих веществ [8].

Свыше 70% производимого мирового торфа используется в сельском хозяйстве в качестве подстилки животным, при производстве компостов, питательных, тепличных грунтов, торфяных субстратов, стимуляторов роста и развития растений [2].

Для подготовки торфяного месторождения к добыче торфа выполняются гидротехнические мероприятия по осушению торфяной залежи. Путем осушения осуществляется сброс из торфяной залежи избыточных запасов воды и максимально ограничивается поступление на территорию торфяного месторождения поверхностных и грунтовых вод с прилегающей территории. В результате осушения торфяной залежи уменьшается средняя влажность торфяной залежи до эксплуатационного значения, понижается уровень грунтовых вод, уплотняется торфяная залежь, повышается выход воздушно-сухого торфа и создаются условия для прохождения различных торфяных машин, в том числе машин по подготовке площадей, производству и транспортировке торфа, а также для более полной выработки промышленных запасов [3].

В последние годы значительно усиливается динамика осушения. Существуют компании, поставляющие специальное оборудование для этого. В настоящее время осушено около 60% болот полесья России и Белоруссии. А в Германии, к примеру, в которой когда-то было очень много болот, с появлением идеи их осушения все болотистые территории превратились в сельскохозяйственные угодья. Интенсивное использование и результаты кампании по осушению болот привели к необходимости задуматься об их охране

Благодаря этому в динамике намечается спад, так как люди осознают всю серьезность последствий осушения, в числе которых нарушение питания мелких рек, вытекающих из болот, являющихся в

свою очередь источниками более крупных. В результате сплошного осушения болот многие из них просто исчезли. Также есть опасность потеря биологических ресурсов (после осушения болот высыхают леса, значительно уменьшается разнообразие их флоры и фауны). Увеличиваются эмиссии углекислого газа в атмосферу. Осушения болот приводят к нарушению равновесия в природе и уничтожению биоценозов и геоцинозов, а это настоящее экологическое бедствие. Проблема осушения актуальна, как никогда, а потому на ней следует заострить особое внимание. Особенно учитывая то, какую площадь занимают болота в нашей стране [4].

Китай приступил к масштабному осушению водно-болотных угодий в 486 году до н. э., когда начал строительство Большого канала, который до сих пор является самым длинным каналом в мире. Голландцы начали в большом количестве осушать заболоченные территории около тысячи лет назад, но в последнее время многие из них были восстановлены. Первый президент США Джордж Вашингтон лично руководил неудачным осушением Великого мрачного болота на границе между Вирджинией и Северной Каролиной. Сегодня многие современные города по всему миру построены на заполненных заболоченных территориях, а осушение болот продолжается в некоторых азиатских странах

Между тем, одна из разновидностей водно-болотных угодий, торфяные болота, на долю которых приходится всего 3% земной поверхности, накапливает в два раза больше углерода, чем леса.

В течение нескольких тысяч лет как в торфяниках, так и в болотах накапливались огромные запасы углекислого газа и метана — основных парниковых газов. Если бы болота не удаляли их из атмосферы, концентрация углекислого газа в результате деятельности человека увеличивались бы на 28% каждый год [5].

Преобразование болотистых местностей и избыточно увлажненных земель в плодородные земли, обеспечивающие получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, предстает ключевой задачей осушительных мелиораций. Основное воздействие осушительные мелиорации оказывают на водный режим почвы, устраняя в ней избытки влаги, тогда освободившиеся от воды почвенные поры заполняются воздухом, как следствие, улучшается воздушный режим почвы и повышается микробиологическая активность почвы, усиливаются процессы окисления и разложения органического вещества - улучшается питательный для растений режим почвы [4].

Осушение болот ведет к изменению общего гидрологического режима территории и превращает их из экосистем, фиксирующих углерод, в территории, которые выделяют диоксид углерода при минерализации торфа, происходящей при его просыхании за счет аэробных микробиологических процессов. Осушение нанесло большой ущерб Нечерноземью в европейской части России, где исчезли тысячи речек и ручьев и началось общее иссушение территории, снизилась урожайность полевых культур и лугов. В ряде случаев пашня на осушенных торфяниках оказалась малопродуктивной.

Глобальное высыхание торфяников может превратить эти экосистемы из хранилища углерода в его источник, что может привести к повышению концентрации парниковых газов в атмосфере и, следовательно, усилить потепление климата, то есть парниковый эффект [7].

Осушение торфа, который находится рядом с городом, вызывает неблагоприятные последствия не только на региональном уровне, но и на сам город: изменение (снижение) уровня грунтовых вод. На что это влияет? Начну с того, что уровень грунтовых вод напрямую связан с уровнем воды в реках, болотах и озерах, расположенных в окрестностях подземного бассейна. Значительная часть воды в наземных водоемах поступает из грунтовых бассейнов.

Ухудшение качества воды. Не все грунтовые воды пресные — вода на очень большой глубине и в водных горизонтах, залегающих под дном океанов, соленая. Фактически существует около 12,9 млн куб. км соленой воды и 10,5 млн куб. км пресной. В естественных условиях граница между пресными и солеными водными горизонтами достаточно четкая, однако в условиях активного выкачивания подземных вод проседание горизонта может привести к ее разрушению. Кроме того, грунтовые воды подвержены химическому загрязнению — бензин, нефть, дорожные соли и химикаты проникают в водные горизонты через почву вместе с дождем и со временем делают ее непригодной для полива и питья. Бензин, нефть, масло и другие продукты переработки углеводородов часто хранятся под землей в специальных металлических резервуарах. Например, на каждой заправочной станции установлены подземные канистры, в которых хранятся бензин, дизельное топливо и солярка. Металл подвержен коррозии, в результате которой образуются трещины и утечки. Если нефтепродукт попадет в грунтовые воды, это может привести к серьезному загрязнению.

Проседание почвы. Уменьшение объема грунтовых вод приводит к проседанию почвы. В некоторых районах, где темпы

откачки особенно высоки, почва под жилыми домами, административными зданиями и объектами инфраструктуры проседает на десятки сантиметров в год. Это приводит к разрушению дорог, перебоям в водоснабжении и электроснабжении и разрушению жилых домов [5].

Такие последствия могут навредить экономике целому городу, а значит и самой стране. К сожалению, данной проблеме не очень охотно придают огласке, а проблема еще существует и будет развиваться.

Особенно важно отметить, что от осушения болот и радикального изменения водного баланса страдают не только прилегающие, но и очень отдаленные районы России. Исследования ученых доказывают, что леса, расположенные во многих сотнях километров от участков, где проводились восстановительные работы, получают меньше влаги, потому что уровень грунтовых вод резко снижается. В результате населяющие болота растения и животные меняются довольно быстро и почти всегда - отрицательно. Это означает, что биоразнообразие растений и животных приобретает важное значение и уже невозможно вернуть его к прежним объемам. Как показывает практика, особенно опасно осушать болота на песчаных почвах, а также на тех, где растут растения многих видов.

После осушения бывшие болотистые местности используются под сельскохозяйственные угодья (луга, пастбища, пашни), лес и добычу торфа в производственных целях, например, в качестве местных видов энергетического сырья. Значительную площадь территории РФ занимают охраняемые болота геологического, биологического и научного назначений. Особую категорию составляют болота с выработанным частично или полностью торфом, которые после работ по обустройству вовлекаются в сельское хозяйство или остаются в виде озер и прудов, и болот с использованием в охотничьем хозяйстве [9].

Также невыгодно с экономической точки зрения проводить восстановительные работы вместо осушенных болот. Дело в том, что эти сельскохозяйственные земли, которые могут быть созданы в местах мелиорации, требуют значительных затрат для поддержания приемлемого уровня продуктивности, и со временем становится все больше и больше. В итоге совершенно невыгодно осуществлять хозяйственную деятельность в местах с осушенными болотами [9].

Как и упоминалось ранее, осушение болот влияет на макроуровне (области, регионы…). Если осушать болота все больше и больше, то в определенный области начнутся проблемы с влажностью

воздуха, болотная местность станет более засушливая, тем самым в жаркую погоду с огромной вероятностью участятся лесные пожары. А что такое лесной пожар с экономической и биологической точки зрений?

Если рассматривать данную проблему с экономической точки зрения, то это колоссальные затраты на предотвращения беды (пожара). Также после пожара земля становится непригодна ни для чего. Землю будут очень долго рекультивировать, а это тоже колоссальные расходы.

Отсюда вытекает еще одна проблема, с биологической точки зрения: уменьшение популяции флоры и фауны. Много видов животных могут обитать только на болотах: бобров, выдр, ондатр, американской и европейской норок. Тем самым уменьшается их популяция. Есть вероятность исчезновения с нашей планеты. Еще со школы мы знаем, что все живые организмы связаны между собой (цепочкой). Растения - травоядные - хищники. Если одно звено нарушено, то происходят сбои во всей цепочке. Это означает, что при исчезновении одного вида животных, есть риски исчезновения всей цепочки.

Интенсивное освоение и уничтожение болот во многих европейских странах привело к оскудению биоразнообразия растительного и животного мира, к изменениям в гидрологическом режиме территорий. Кроме того, доказана важная роль болот в поддержании баланса углекислого газа в атмосфере. Вот почему на протяжении последних 25 лет в Европе проводятся обширные исследования и практические работы по восстановлению болот, на что затрачиваются сотни миллионов долларов.

На этом влияние осушения торфяных месторождений не останавливается, а только растет. Оказывается, что масштабное осушение болот может вызвать эмиссию CO2. Болота являются одним из важнейших резервуаров углерода на планете. Однако под влиянием внешних воздействий, таких как осушительная мелиорация, происходит деградация торфяной залежи и потеря углерода в виде потоков CO2, CH4, водорастворимых органических соединений [8].

Заболоченная местность - незаменимый регулятор климата Земли. Единственная экосистема на планете, противодействующая скоплению CO2 в атмосфере и парниковому эффекту - болота. Один гектар таких угодий в 10 раз эффективней забирает CO2 из атмосферы, чем лес такой же площади. Болота накапливают торф, который состоит в основном из углерода, и болота, изымая его из атмосферы и накапливая, являются природными «ловушками» для этого газа. Тем

самым трясины предохраняют атмосферу от перегрева, уменьшают парниковый эффект и охлаждают планету [8].

По оценкам ученых, водно-болотные угодья в настоящее время занимают более 12,1 млн кв. км — это больше, чем площадь Гренландии. Из них лишь 13–18% (2 300 участков) включены в Рамсарский список водно-болотных угодий, то есть находятся под охраной.

ООН также не уделяет должного внимания на нарушение водно-болотных угодий. Проект под названием «Сокращение выбросов в результате обезлесения и деградировавших лесов», или REDD +, подразумевает финансирование развивающихся стран для защиты только существующих лесов, предотвращения обезлесения и восстановления деградированных лесов.

Хотя эта инициатива касается покрытых лесами водно-болотных угодий и мангровых зарослей, добровольное положение по отчетности о выбросах от водно-болотных угодий было введено в систему учета климата ООН лишь в 2016 году. Пока данные по этому вопросу отправляют лишь несколько стран [2].

Постоянные дискуссии ученых по вопросам мелиорации торфяных болот приносят мировому сообществу не только новые ответы, но и новые вопросы. Впрочем, сказать, что осушать болота совершенно недопустимо с экологической точки зрения, конечно же, нельзя. Большинство ученых считает, что производить мелиоративные мероприятия во многих местах можно и даже нужно, однако подходить к этому делу следует очень взвешенно и разумно [9].

Библиографический список

1. Чураков А.А. Запасы торфа в России / А.А. Чураков // Лесной вестник. - №3. - 2003. - С. 22-25.

2. Тарасова С.И. Нормативные требования к торфам сельскохозяйственного использования / С.И. Тарасова, Л.М. Кузнецов // Агрохимический вестник. - №3. - 2012. - С. 13-16.

3. Купорова А.В. Направления осушения месторождений в геотехнологиях торфа и сапропеля / А.В. Купорова, О.В. Пухова, Д.М. Ермияш // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2011. - С. 36-40.

4. Колбина Н.М. Осушение болот: освоение новых территорий или экологическое бедствие? / Н.М. Колбина, А.О. Колбина // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2018. - С. 11-13.

5. https://hightech.fm/2020/06/18/swamp-dry-dangerous 15.03.2022 15:54

6. https://www.sbras.info/articles/simply/komary-vy-komary-komarino-tsarstvo 06.04.2022 20:34

7. https://www.ogorod.ru/ru/now/soil/15704/ogorod-na-bolote-kak-vyrastit-ovoshchi-i-frukty-na-syrom-torfyanike.htm 06.04.2022 20:46

8. Воистинова Е. С. Влияние осушения на содержание органического углерода в водах верхового болота (бакчарское болото, западная сибирь) / Е.С. Воистинова // XIII Сибирское совещание и школа молодых ученых по климато-экологическому мониторингу. - 2019. - С. 164-165.

9. Бронский В.А. Мелиорация торфяных болот России / В.А. Бронский, И.В. Ефремов, А.С. Григорьева // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности. - 2020. - С. 35-39.

УДК 628.171

КАЧЕСТВЕННЫЙ ВЫБОР ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Корнеева Н.Н., Хорошилова А.Д., Корнеева А.А.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Проводится анализ выбора источников водоснабжения по их качественным показателям, оцениваются результаты влияния этого выбора на работы систем питьевого водоснабжения.

Ключевые слова: источники водоснабжения, примеси воды, требования к качеству воды, выбор источника водоснабжения.

Источники водоснабжении делятся на поверхностные и подземные.

К поверхностным источникам, которые могут быть использованы в целях водоснабжения, относятся реки, водохранилища, озера, пруды, а в отдельных случаях моря.

К подземным источникам относится воды почвенные и грунтовые, межпластовые (артезианские) и родники (ключи).

Вода из поверхностного источника содержит различные примеси — минеральные и органические вещества, а также бактерии. К минеральным примесям относятся частицы, песка, глины, ила, растворенные в воде соли, железо, к органическим — гниющие вещества растительного и животного мира, особо вредные в санитарном отношении. Появление в воде бактерий — возбудителей разных болезней — связано с попаданием в реки и озера сточной воды из жилых поселков и городов.

Воды подземных источников, как правило, всегда прозрачны, содержат мало органических веществ, поэтому их в большинстве случаев используют без очистки. Однако подземные источники часто содержат много солей и обладают значительной жесткостью.

Источник водоснабжения должен иметь мощность, достаточную для удовлетворения потребности населенного пункта не только на ближайшее время, но и на много лет вперед.

Сравнение вод в поверхностных и подземных источниках приводим в таблице1.

Вода, применяемая для хозяйственно-питьевых нужд в жилищно-коммунальном хозяйстве, должна удовлетворять следующим требованиям: быть прозрачной, невредной для здоровья, не содержать болезнетворных бактерий, не иметь запаха и привкуса[1,2,3]. Этими качествами в большей степени обладает вода подземных источников (ключи и особенно артезианские воды). Такая вода может быть подана потребителям без очистки.

Подземное водоснабжение, как альтернатива поверхностным источникам.

В качестве альтернативного источника водоснабжения можно использовать подземные воды, наибольшее количество которых добывается и извлекается на территории Центрального федерального округа (30% от общей величины Российской Федерации).

На территории ЦФО подземные воды являются основным источником водоснабжения населения и предприятий. Объём использования подземных вод составляет более 25% от общероссийского.

Данные по водоснабжению центрального федерального округа приведены на рисунке 1.

Как видно, в центральном федеральном округе в большинстве регионов воду добывают из подземных источников или подземное водоснабжение преобладает над поверхностным. Областей, где имеет перевес добыча воды из поверхностных источников всего лишь три.

В Тульской область факторы формирования, гидрологические характеристики[4] и влияние промышленных предприятий на качественные характеристики природных вод[4,5] рассмтривались нами в других работах. [7]

По предварительным данным статистической отчетности в 2020 г. на территории Тульской области суммарная добыча подземных вод составила 298,43 тыс. м3/сут, в т.ч. на месторождениях – 290,65 тыс. м3/сут (в эксплуатации находилось 146 месторождений), на участках с неутвержденными запасами – 7,78 тыс. м3/сут.

Степень освоения запасов в целом по области составила 34 %. [6]

Гидрохимическое состояние подземных вод повсеместно характеризуется повышенным содержанием железа и жесткости во всех эксплуатируемых водоносных горизонтах и комплексах. [6]

В ходе проводимых исследований были изучены образцы проб воды из скважин, расположенных на территории Тульской области. Результаты исследований предоставлены ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тульской области». Даты отбора: 01.01.2021 – 26.02.2022. Объект исследования – подземные источники питьевого централизованного водоснабжения. Показатели, по которым проведено сравнение: железо общее (мг/л) и жесткость общая (°Ж). [1]

Таблица1

Плюсы (+)	Минусы (−)	Качество воды
Поверхностные воды		
1. Запас воды огромен и значительно превосходит объем подземных вод, доступных для добычи. 2. Дебит практически не меняется и остается постоянным вне зависимости от количества забранной воды. 3. Невысокая степень минерализации позволяет долго эксплуатировать сложные системы водоснабжения без отложения солей в трубах.	1. Подвержены сезонным колебаниям, антропогенной нагрузке, а также атмосферным загрязнениям 2. Содержат большое количество загрязняющих веществ. 3. Требуется организации вокруг водозабора охранной зоны.	Низкий уровень жёсткости Высокая мутность Большое количество загрязнений Цветность Низкая степень минерализации
Подземные воды		
1. Малые сезонные колебания 2. Менее подвержены антропогенной нагрузке и атмосферным загрязнениям 3. Слои отложений, которые находятся ниже уровня грунтовых вод, могут естественным образом фильтровать воду 4. Грунтовые воды более доступны во время засухи	Больше воздействие на качество вод оказывают слагающие породы горизонтов	Прозрачность Бесцветность Высокий уровень минерализации Жесткость Высокое содержание загрязняющих элементов Привкус Наличие мышьяка, марганца, железа, растворенных органических веществ и солей

62,5% проб не соответствует требованиям СанПин 2.1.3685-21[1] по железу и 56,25% по жесткости.

В настоящее время[1] участились случаи выхода из строя элементов водотранспортирующей системы горячего водоснабжения при использовании в качестве источника водоснабжения артезианских скважин (подземных источников).

Требования к качеству воды для хозяйственно-питьевых систем холодного и горячего водоснабжения в соответствии с [2] по пункту 4.7 должно быть одинаковыми.

Рис. 1. Источники водоснабжения ЦФО

Как показали результаты исследование[7] источники в Тульской области, характеризуются повышенным содержанием железа и жесткости.

Жесткость воды характеризуется концентрацией растворённых в ней солей магния (Mg) и кальция (Ca). Соли карбоната кальция могут выпадать в осадки при нагревании образуя карбонатные отложения. Карбонатные отложения бывают плотные или рыхлые. На образование осадков в сетях водоснабжения существенное влияние оказывает углекислота CO_2, легко реагирующая с водой образуя радикалы бикарбоната и карбоната. Воды, в которых имеется избыточное (над равновесным) содержание гидрокарбонатов, т. е. повышенная щелочность, называются нестабильными. Поскольку такие воды не насыщены свободной угольной кислотой, карбонатное равновесие в таких водах смещается в сторону разложения гидрокарбонатов. При наличии ионов Ca^{2+} ,Mg^{2+} в нестабильной воде наблюдается отложение карбонатов на стенках.

Кроме этого, необходимо учитывать водородный показатель потребляемой системами воды, так как и он влияет на образование карбонатных осадков.

Не последнюю роль в зашламлении систем водоснабжения играет содержание в воде гидроксидов железа и марганца.

Вследствие чего, в системах горячего водоснабжения, возможно лавинно образующиеся зарастания трубопроводов, особенно характерные для труб из углеродосодержащих материалов (пластика). Содержащиеся в большом количестве в подземных водах гидроксиды железа (II) при нагревании без доступа кислорода воздуха образует оксид железа (II), а при присутствии кислорода гидроксид железа (II) окисляется, образуя гидроксид железа (III). Эти нерастворимые соединения окрашивают воду и могут выпадать в осадок внутри систем в местах сужений, перемены диаметров, поворотах и т.д., что приводит к износу и уменьшению диаметра условного прохода. [6]

Вместе с тем, зарастание систем может быть обусловлено заселением стенок трубопроводов железобактериями, которые выносятся из источника водоснабжения и закрепляются на стенках водопроводной сети (так как поверхность трубы не является идеально гладкой, а железобактерии в большей своей части представлены нитчатыми формами). Далее происходит размножение бактерий и формирование биопленки. Окисляя закисное железо, клетки образуют гидроокись, которая откладывается на их поверхности в формируемом слизистом чехле. Таким образом, на поверхности трубопровода появляются участки, покрытые обильными охристыми отложениями, образованными биогенным путем. При резких изменениях давления и скоростей течения воды охристые отложения с внутренней поверхности трубы срываются, ухудшая тем самым качество воды по органолептическим показателям. Если же гидравлический режим водопроводной сети достаточно ровный, то охристые отложения минерализуются, в результате чего на внутренней поверхности трубопровода образуются плотные бугристые отложения, которые с течением времени уменьшают его поперечное сечение. [1]

Проводя аналогию с системами отопления, где происходит нагрев воды до высоких температур, требования к ее качеству гораздо жестче. [8]

Железо и жесткость при нагревании в еще большей степени оказывают негативное влияние на основные элементы системы водоснабжения, в частности на элементы сети и на нагревательные элементы системы водоподготовки горячего водоснабжения.

Так, для горячего водоснабжения, вода в системе должна

подогреваться до температуры 60-75°С, что достигается в нагревательных элементах котельных. В результате чего на пластинчатом теплообменнике образуется накипь. Рисунок 2

Более жесткие требования[8] к котловой воде для систем отопления позволяют уменьшить (или избежать вовсе) вероятность зарастания нагревательных элементов со стороны движения данного типа жидкости.

Рис. 2. Образование осадка на пластинчатом теплообменнике водогрейной котельной

Исправление данной ситуации возможно при более глубоком анализе качества исходной воды природных источников и степени ее водоподготовки, при использовании в качестве хозяйственно-питьевого горячего водоснабжения населенных мест.

Библиографический список

1.СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» – М.: Инф.-изд. центр Госкомсанэпиднадзора России, 2021 –990 с.

2.СП 30.13330.2020 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85 (с Поправкой, с Изменением N 1)*

3.СП 31.13330.2021 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84 (с Изменениями N 1-5)*

4.Отчет о результатах работ по объекту Государственный мониторинг состояния недр по территории Российской Федерации в 2016 году. Государственное задание

No 049-00028-16 от 11.03.2016 г. Том III. Книга 16. Приложение 11.2. Информационный бюллетень о состоянии недр территории Центрального федерального округа в 2015 году

5.Хорошилова А.Д., Корнеева Н.Н. «Степень водоподготовки для различных водопотребителей»// 57-я Научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава ТулГУ с всероссийским участием: сборник докладов в 2 ч. / под ред. д-ра техн. наук М.С. Воротилина. Ч. 1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. 524 с. 8-12 февраля 2021.

6.Краткая информация о состоянии подземных вод в районе г. Тула, [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://geomonitoring.ru/download/spravki/cfo/Справка Тульская область.pdf

7. Корнеева Н.Н., Хорошилова А.Д. «Влияние качества воды природных источников на работу систем . 18я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики «Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики» Материалы конференции. Тула: Изд-во ТулГУ, 2022. 447 с.

8..Приложение No3 к Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением", утвержденным приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 марта 2014 г. No 116

УДК 628.164.081.312.32

«СКРЫТЫЙ» КРИТЕРИЙ ВЫБОРА АВТОМАТИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА С РЕАГЕНТНОЙ РЕГЕНЕРАЦИЕЙ

Злобин Е.К.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Для современных автоматических фильтров очистки природной воды с использованием в процессе регенерации реагентов важное место занимает правильный выбор типоразмера фильтра, зависящий в значительной степени от качества исходной воды.

Ключевые слова: автоматический фильтр, фильтроцикл, регенерация, реагент.

Современные системы химводоподготовки (ХВО) в обязательном порядке включают в свой состав автоматические напорные фильтры различного назначения, работающие в автономном режиме. На режим работы фильтров существенное значение оказывает качество исходной воды. Чем ниже качество воды, чем она грязнее, тем чаще

фильтр выходит на регенерацию, тем короче его фильтроцикл. И наоборот, чем чище исходная вода, тем реже фильтр регенерируется и тем длиннее его фильтроцикл.

Продолжительность работы фильтра в сервисном режиме, т. е. в режиме очистки воды, определяется технологическими расчетами и уточняется при проведении пуско-наладочных работ.

При этом, если в процессе регенерации фильтра используются реагенты, то очень важно правильно подобрать типоразмер фильтра при формировании технологической схемы ХВО, а следовательно, и технико-коммерческого предложения. Если фильтр будет подобран исходя только из его номинальной производительности, то при определенном уровне загрязнений в исходной воде процесс регенерации фильтрующей загрузки будет происходить не в полном объёме, что приведет рано или поздно к ухудшению качества очищенной воды. Недостаточная эффективность регенерации в таких случаях объясняется низкой концентрацией реагента в регенерационном растворе, что связано с недостатком времени приготовления раствора в реагентном баке.

Поэтому при формировании технологической схемы ХВО на основании анализа исходных данных по объекту водоснабжения и опыта эксплуатации объектов-аналогов принимается решение о минимальном времени приготовления насыщенного раствора реагента $T_{н.р.}$

Продолжительность фильтроцикла любого автоматического фильтра может быть определена по формуле (1):

$$T_{ф.ц.} = T_{серв.} + T_{рег.}, \quad (1)$$

где $T_{ф.ц.}$ - продолжительность фильтроцикла автоматического фильтра, ч; $T_{серв.}$ - продолжительность работы автоматического фильтра в сервисном режиме, т.е. в режиме очистки воды, ч; $T_{рег.}$ - продолжительность регенерации автоматического фильтра, ч.

Величина $T_{рег.}$ для автоматических фильтров, регенерируемых с использованием реагента, может быть определена по формуле (2):

$$T_{рег.} = T_{обр.пр.} + T_{р.} + T_{пр.пр.} + T_{зап.б.}, \quad (2)$$

где $T_{обр.пр.}$ - продолжительность обратной промывки, ч; $T_{р}$ — продолжительность обработки фильтрующей загрузки раствором реагента, ч; $T_{пр.пр.}$ - продолжительность прямой промывки, ч; $T_{зап.б.}$ - продолжительность заполнения реагентного бака, ч.

Величины Ti в правой части формулы (2) зависят от назначения установок ХВО, их типоразмеров и представлены ниже: $T_{обр.пр.}$=0,1...0,5 ч; $T_{р.}$=0,75...1,25 ч; $T_{пр.пр.}$=0,1...0,25 ч; $T_{зап.б.}$=0,05...0,1 ч. Отсюда $T_{рег.}$ =1...2,1 ч. Львиную долю в процессе регенерации занимает время обработки фильтрующей загрузки раствором реагента $T_{р.}$, со-

ставляющее 60...75% от величины $T_{рег.}$ Следовательно, согласно (1) фактически насыщенный раствор реагента может быть приготовлен только во время работы установки ХВО в режиме сервиса $T_{серв.}$.

Тогда при подборе установки ХВО необходимо обязательно проверять, чтобы соблюдалось условие (3):

$$T_{н.р.} \leq T_{серв.}, \quad (3)$$

где $T_{н.р.}$ - минимальное время приготовления насыщенного раствора реагента, ч.

Если условие (3) не соблюдается, то необходимо увеличить продолжительность работы установки в режиме сервиса $T_{серв.}$ путем включения в технологическую схему ХВО установки водоподготовки большего типоразмера, а следовательно, большей производительности и большего ресурса.

Таким образом, обязательное соблюдение условия (3) должно обеспечивать требуемое качество очищенной воды и устойчивую работу технологической схемы ХВО за счет гарантированного использования в процессе регенерации фильтра насыщенного раствора реагента. Поэтому выражение (3) можно назвать «скрытым» критерием выбора фильтра с реагентной регенерацией.

Рассуждения, представленные выше, справедливы как для обеспечения надежной работы индивидуального фильтра периодического действия, так и для нескольких одинаковых параллельно работающих фильтров периодического действия (системы дубль, трио, квадро и т. д.).

В настоящее время широкое применение получили установки ХВО непрерывного действия системы TWIN. Возможны два варианта конфигурации таких установок: 1) когда два фильтра обслуживаются одним управляющим клапаном и одним реагентным баком [1, 2]; 2) когда каждый из двух фильтров оснащен своим управляющим клапаном и своим реагентным баком.

В первом варианте, когда первый фильтр выходит в регенерацию, второй фильтр начинает работать в сервисном режиме. При этом в процессе регенерации первый фильтр забирает из реагентного бака весь объём насыщенного раствора реагента. Для второго фильтра насыщенный раствор реагента начинает готовиться только после окончания процесса регенерации первого фильтра. При этом для второго фильтра выражение (3) трансформируется в выражение (4):

$$T_{н.р.} \leq (T_{серв.} - T_{рег.}) \quad (4).$$

Во втором варианте время приготовления насыщенного раствора реагента для первого фильтра можно определить также по выражению (4) с учетом того, что раствор в реагентном баке для данного фильтра готовится не только во время работы второго фильтра в сер-

висном режиме (4), но и во время работы первого фильтра в сервисном режиме в следующем фильтроцикле до выхода на регенерацию, что отражено в уравнении (5):

$$T_{н.р.} \leq (T_{серв.} - T_{рег.} + T_{серв.}) \quad (5).$$

После простейшего преобразования можно получить окончательное выражение (6):

$$T_{н.р.} \leq (2 \cdot T_{серв.} - T_{рег.}) \quad (6).$$

Таким образом, используя уравнения (3), (4) и (6), можно проверить правильность подбора типоразмеров фильтров практически для любой структуры технологической схемы ХВО.

Выводы.

1. Устойчивая работа автоматического фильтра, при регенерации которого применяется реагент, возможна только при использовании насыщенного раствора реагента. Важнейшими параметрами приготовления насыщенного раствора реагента являются время и связанный с ним «скрытый» критерий выбора фильтра.

2. При соблюдении «скрытого» критерия выбора фильтра, для обеспечения необходимого времени приготовления насыщенного раствора реагента, при высокой концентрации загрязнений в исходной воде требуется использование установок ХВО большего типоразмера, большей производительности и большего ресурса.

3. При использовании установок водоподготовки типа TWIN время приготовления насыщенного раствора реагента зависит от конфигурации установок водоподготовки.

Библиографический список

1. Руководство по монтажу и эксплуатации "Установка умягчения непрерывного действия Ёлка.WST-1,0...4,0-Rx-(SC)". 2023. - 28 стр. [Электронный ресурс]. URL: https://xn--80atc1g.xn--p1ai/library/certificates/ (дата обращения: 28.08.2023).

2. Каталог "GEFFEN Инженерные решения. Только для монтажников". 2021. - 140 стр. [Электронный ресурс]. URL: https://xn--80atc1g.xn--p1ai/library/certificates/ (дата обращения: 28.08.2023).

УДК 628.171

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУТОЧНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АВТОНОМНЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ВОДОПОДГОТОВКИ

Злобин Е.К.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Приведены алгоритмы определения суточных объёмов очищенной воды для современных технологических схем водоподготовки различной конфигурации.

Ключевые слова: химводоподготовка, автоматический напорный фильтр, фильтроцикл, расход.

Интенсивное развитие промышленности, сельского и коммунального хозяйства, возросшие требования к качеству питьевой воды, воссоздание качественной среды обитания для населения республики Крым и вновь присоединенных регионов Донецкой и Луганской народных республик, Херсонской и Запорожской областей обуславливают необходимость строительства новых систем и сооружений водоснабжения, расширения и реконструкции существующих. Водоснабжение является одной из важнейших отраслей техники, направленной на повышение уровня жизни людей, благоустройство населенных пунктов, обеспечение потребителей кондиционной водой в достаточном количестве, предупреждение эпидемий и т. п.

В некоторых регионах РФ ощущается нехватка питьевой воды. Ситуация усугубляется тем, что многие водопроводные очистные сооружения, построенные во второй половине XX-го столетия, физически и морально устарели и не могут обеспечить качество очищенной воды, отвечающее современным требованиям. Кроме того, в связи с высоким физическим износом водоводов и водопроводных сетей очищенная вода, направляемая потребителю, получает вторичное загрязнение.

Использование воды некондиционного качества неизбежно ведет к увеличению объёмов её потребления, что приводит к ещё большему истощению источников водоснабжения, как поверхностных, так и подземных.

Поэтому в настоящее время для очистки природных вод или для доочистки воды из систем централизованного и нецентрализованного водоснабжения широко используются современные системы химводоподготовки (ХВО), основными элементами которых являются

автоматические напорные фильтры, каждый из которых может работать в автономном режиме. Следует отметить, что общепринятые методики расчета таких систем ХВО отсутствуют.

Продолжительность фильтроцикла одного автоматического напорного фильтра может быть определена по формуле (1):

$$T^1_{ф.ц.} = T^1_{серв.} + T^1_{рег.}, \quad (1)$$

где $T^1_{ф.ц.}$ - продолжительность фильтроцикла одного автоматического напорного фильтра, ч; $T^1_{серв.}$ - продолжительность работы одного автоматического напорного фильтра в сервисном режиме, т.е. в режиме очистки воды, ч; $T^1_{рег.}$ - продолжительность регенерации одного автоматического напорного фильтра, ч.

С целью обеспечения устойчивой работы фильтра и достижения требуемого качества очищенной воды производительность фильтра при работе в сервисном режиме, как правило, не должна превышать его номинальной производительности, приведенной в паспорте на установку водоподготовки. Таким образом, за один фильтроцикл может быть получен объём очищенной воды, величина которого определяется по формуле (2):

$$W^1_{оч.в.} = Q^1_{ном.} \cdot T^1_{серв.}, \quad (2)$$

где $W^1_{оч.в.}$ - объём очищенной воды от одного фильтра за один фильтроцикл, м^3; $Q^1_{ном.}$ - номинальная производительность одного фильтра, м^3/ч.

Среднечасовая производительность фильтра за весь фильтроцикл составит (3):

$$Q^1_{ср.ч.} = W^1_{оч.в.} / T^1_{ф.ц.}, \quad (3)$$

где $Q^1_{ср.ч.}$ - средняя производительность одного фильтра за один фильтроцикл, м^3/ч.

Тогда среднесуточный объём очищенной воды от одного фильтра может быть определен по формуле (4):

$$W^1_{ср.сут.} = Q^1_{ср.ч.} \cdot 24, \quad (4)$$

где $W^1_{ср.сут.}$ - среднесуточный объём очищенной воды от одного фильтра, м^3; 24 — продолжительность суток, ч.

Формулы (1)...(4) могут быть использованы для определения среднесуточной производительности по очищенной воде одного автоматического фильтра периодического действия. Данная схема расчета подходит, прежде всего, для потребителей, когда: а) максимальный часовый расход водопотребления не превышает величины $Q^1_{ном.}$ - номинальной производительности установки водоподготовки; б) в определенные часы суток водопотребление отсутствует и именно в эти периоды осуществляется регенерация фильтра. В случае несоблюдения одного из условий «а)» или «б)» для

сглаживания часовых неравномерностей в расходах и режимах подачи очищенной воды и её потребления рекомендуется использовать накопительные ёмкости запаса очищенной воды и дополнительную повысительную насосную станцию для подачи воды потребителю.

Однако, достаточно часто различным потребителям требуется очищенная вода постоянно, но предусмотреть в схеме ХВО бак запас очищенной воды невозможно по различным причинам: отсутствие необходимых площадей, невозможность землеотвода, сложная гидрологическая и гидрогеологическая обстановка и т.п. В этом случае следует использовать технологические схемы ХВО непрерывного действия. При этом возможны несколько вариантов таких схем.

Вариант 1. Параллельная работа нескольких одинаковых автоматических фильтров. Для обеспечения непрерывной подачи воды фильтры выходят на регенерацию по очереди, а не одновременно. В этом случае среднесуточный объём очищенной воды составит (5):

$$W_{\text{ср.сут.}} = n \cdot W^{1}_{\text{ср.сут.}}, \qquad (5)$$

где $W_{\text{ср.сут.}}$ - среднесуточный объём технологической схемы ХВО, состоящей из нескольких одинаковых параллельно работающих автоматических фильтров, м^3; n – количество рабочих параллельно работающих фильтров, шт.

Некоторые производители оборудования водоподготовки предлагают на территории РФ системы ХВО, состоящие из нескольких параллельно работающих фильтров: из 2-х фильтров — дуплекс; из 3-х фильтров — триплекс; из 4-х фильтров — квадро и т.д. При использовании таких систем ХВО среднесуточный объём очищенной воды также может быть определен по формуле (5).

Вариант 2. Использование в технологической схеме ХВО установок водоподготовки непрерывного действия, когда в работе в сервисном режиме находится один фильтр, а второй в это время находится либо в режиме регенерации, либо в режиме ожидания. При выходе первого фильтра в регенерацию второй фильтр выходит из режима ожидания в сервисный режим. Таким образом, подача потребителю очищенной воды не прерывается. Это так называемая система TWIN [1]. Расход очищенной воды равен $Q^{1}_{\text{ном.}}$ одного фильтра, а среднесуточный объём может определен по формуле (6):

$$W_{\text{ср.сут.}} = Q^{1}_{\text{ном.}} \cdot 24, \qquad (6)$$

где $W_{\text{ср.сут.}}$ - среднесуточный объём очищенной воды от системы ХВО типа TWIN, м^3.

Вывод. Величина среднесуточного объёма очищенной воды зависит от конфигурации технологической схемы ХВО и вида применяемого водоочистного оборудования.

Библиографический список

1. ВОДЭКО. Каталог оборудования. 2023 [Электронный ресурс]. URL: https://vodeco.ru/product/ustanovki-umyagcheniya-vody/avtomaticheskaya-ustanovka-umyagcheniya-akvaflou-sc-125-2-vtt1/ (дата обращения: 28.08.2023).

УДК 543.27.272.1

РАЗРАБОТКА ХИМИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА МЕТАНА

Эшкобилова М. Э.
Самаркандский государственный медицинский университета, г. Самарканд. Узбекистан

В интервале температур 100-350 0С изучались каталитические характеристики ряда оксидов металлов. Подобран состав катализаторов рабочего и сравнительного элемента термокаталитического сенсора метана. Используя разработанных катализаторов, изготовлен ТКС, обеспечивающий селективное определение СН4 в присутствии СО и Н2. В широком интервале параметров изучено влияние различных параметров и установлены оптимальные условия, обеспечивающие наиболее высокий сигнал ТКС.

Ключевые слова. Сенсор, метан, катализатор, селективность, чувствительность, оксид металла, оксид углерода, водород, термокаталитический метод.

На сегодняшний день одним из наиболее опасных видов аварий на бытовых и промышленных объектах являются взрывы метана. Поэтому создания химических сенсоров и сигнализаторов обеспечивающей взрыво- и пожаробезопасности бытовых и промышленных объектов имеет важной значение [1].

В мире особое внимание уделяется созданию экспрессных и недорогих химических сенсоров для надежного и однозначного контроля утечек и скоплений горючих газов [2-4]. Анализ развития газовых сенсоров в промышленно развитых странах показал, что для предотвращения взрывоопасности наиболее надёжным является использование термокаталитических и полупроводниковых сенсоров [5,6]. Данное обстоятельство обуславливает актуальность проведения теоретических и практических исследований, направленных на разработку экспресс-

ных, чувствительных и селективных сенсоров, обеспечивающих надежный контроль взрывоопасности газовых смесей замкнутых экологических систем [7,8].

Целью исследования является разработка чувствительных, селективных химических сенсоров метана и создания на их основе высокоэффективных сигнализаторов и газоанализаторов природного газа.

Подобран состав и соотношение катализаторов ($0{,}75In_2O_3$-$0{,}25Ag_2O$и $0{,}25Fe_3O_4$-$0{,}75Ni_2O_3$) рабочего и сравнительного элемента термокаталитического сенсора метана [9]

Методом золь-гель технологии на основе ZnO и CoO проведен целенаправленный синтез газочувстивительного материала (ГЧМ) для полупроводникового сенсора CH_4 [10,11].

С использованием ГЧМ на основе SiO_2/ZnO+CoO установлено понижение температурного порога чувствительности и увеличение избирательности полупроводниковых сенсоров по природному газу.

Разработан двухканальный анализатор, основанный на использовании термокаталитического и полупроводникового сенсора, обеспечивающего определение метана в широком диапазоне его концентраций [12]. Выявлено влияние различных факторов на метрологические, эксплуатационные и другие параметры полупроводниковых сенсоров CH_4 на основе SiO_2/ZnO+CoO [13].

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

1.Разработан состав катализатора чувствительных элементов и конструкция термокаталитического сенсора, обеспечивающий селективный контроль взрывоопасной концентрации природного газа из состава атмосферного воздуха объектов производственных и жилище - коммунальных хозяйств;

2.Установлен оптимальный температурно-временной режим, состав исходных компонентов золь-гель синтеза и возможности получения высокочувствительных ГЧМ для селективного полупроводникового сенсора CH_4;

3.Разработанные селективные сенсоры предложены для использования в составе сигнализатора и двухканального анализатора метана.

В научной литературе и практике традиционно считалось, что широко используемые термохимические сенсоры (ТКС) не обеспечивают селективность определения отдельных компонентов смеси газов. Поэтому, проблема обеспечения селективности ТКС является актуальной. Одним из возможных приемов обеспечения селективности ТКС является использование чувствительных элементов (ЧЭ), содержащих

катализаторы, обладающие различной активностью к компонентам газовой смеси. В связи с этим, главиой задачей при разработке селективного ТКС CH_4 является подбор каталитических систем ЧЭ.

С целью разработки чувствительного и селективного ТКС для определения CH_4 (метанового, природного) газа изучались закономерности окисления H_2, CO и CH_4 на различных катализаторах. Контроль за степенью окисления горючего компонента осуществлялся снятием хроматограммы смеси до и после прохождения газа через слой катализатора.

В ходе экспериментов в интервале температур 100-350 ^{0}C изучались каталитические характеристики ряда индивидуальных и бинарных оксидов металлов: Ga, In, Ag, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu и Zn [15,16]. В присутствии катализаторов окисление H_2, CO и CH_4 происходит, в основном, с точки зрения термодинамики по наиболее выгодному направлению с образованием углекислого газа и водяного пара:

$H_2+1/2O_2=H_2O+286$ кДж (1)

$CO+1/2O_2=2CO_2+283$кДж (2)

$CH_4+2O_2 = CO_2+2H_2O+892$ кДж (3)

Эти реакции сопровождается большим тепловым эффектом и практически необратим. Из результатов проведенных экспериментов следует, что к числу наиболее активных катализаторов окисления CH_4 и природного газа относятся Ag_2O и In_2O_3. При температуре 200 ^{0}C в присутствии Ag_2O и In_2O_3 превращение природного газа составляет 86 и 98 %. Дальнейшее исследование селективности смеси бинарных оксидов свидетельствует о возможности использования $0.75In_2O_3$-$0,25Ag_2O$ и $0,25Fe_3O_4$-$0,75Ni_2O_3$ в качестве катализатора измерительного и сравнительного ЧЭ селективного ТКС для определения CH_4 (природного газа) в присутствии H_2 и CO, которые часто встречаются с природным газом в атмосферном воздухе шахт, технологических газах, выхлопных газах автотранспорта и др.

Используя разработанные катализаторы ($0,75In_2O_3$-$0,25Ag_2O$ и $0,25Fe_3O_4$-$0,75Ni_2O_3$.), нами был изготовлен ТКС, обеспечивающий селективное определение CH_4 в присутствии CO и H_2 (рис. 1).

Выходной сигнал измерительного чувствительного элемента (ИЧЭ) сенсора (катализатор: $0,75In_2O_3$-$0,25Ag_2O$) пропорционален суммарной концентрации горючих газов (H_2, CO, CH_4), выходной сигнал сравнительного чувствительного элемента (СЧЭ) пропорционален концентрации смеси CO и H_2 без селективного определяемого компонента (CH_4), а разность сигналов первого и второго элементов пропорциональна концентрации CH_4.

Испытания разработанных сенсоров включали в себя специальные эксперименты, связанные с подбором оптимального значения напряжения питания, установлением динамических, градуировочных и других характеристик сенсора, а также с выявлением степени его селективности и стабильности.

Наиболее высокий сигнал сенсора по CH_4 наблюдается при напряжении питания 2,6

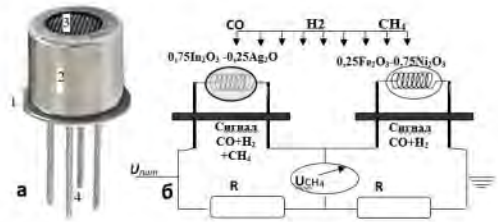


Рис.1. Фотография (а) и схема (б) селективного термокаталитического сенсора метана (1-корпус,2-защитный колпачок, 3-пористая титановая сетка, 4-металлические стойки

У разработанного сенсора время начала реагирования ($t_{0,1}$) 3-4 с, постоянное времени ($t_{0,63}$) не более 9 с, время установления показаний ($t_{0,9}$) 13 с и полное время выхода аналитического сигнала (tп) сенсора в пределах 17-18 с, что еще раз подтверждает возможность применения разработанных сенсоров для экспрессного контроля содержания природного газа. Зависимость сигнала сенсора от концентрации метана в изученном диапазоне концентраций (от 0,1 до 5,0 % об.) имеет прямолинейный характер **(**таблице 1).

Таблица 1.

Зависимость сигналаТКСот C_{CH4} в газовой смеси

C_{CH4}, %об	Сигнал сенсора, мВ		
	$\bar{x} \pm \Delta x$	S	$Sr \cdot 10^2$
0,1	6,2±0,1	0,08	1,3
1,0	63,0±0,3	0,24	0,4
2,0	127,0±0,9	0,72	0,6
3,0	186,1±1,7	1,37	0,7
4,0	256,4±3,2	2,58	1,0
5,0	323,3±2,8	2,25	0,7

Результаты эксперимента свидетельствуют об идентичности характера зависимости сигнала, разработанного ТКС от концентрации CH_4 и природного газа. Это подтверждает возможность использования,

разработанного ТКС для контроля взрывоопасных концентраций (в интервале 0-5,0 % об) природного газа в атмосферном воздухе бытовых и промышленных помещений и в салоне транспортных средств.

В экспериментах использовались два вида сенсора. ТКС-1 – сенсор, содержащий катализатор на измерительном и компенсационном элементе и ТКС-2 – сенсор, содержащий катализатор только на измерительном элементе (табл.2)

Таблица 2.

Результаты изучение селективности сенсоров с катализатором(ТКС-1) и без катализатора компенсационного элементе (ТКС-2). (n=5, P=0,95)

Содержание компонента в смеси, % об.	Сигнал сенсора, мВ			
	ТКС -1 катализатор ИЧЭ:0,75In_2O_3-0,25Ag_2O; КЧЭ:0,25Fe_3O_4-0,75Ni_2O_3		ТКС-2 катализатор ИЧЭ: 0,75In_2O_3-0,25Ag_2O;	
	$\bar{x} \pm \Delta x$	$Sr \cdot 10^2$	$\bar{x} \pm \Delta x$	$Sr \cdot 10^2$
1,0 H_2	2,6±0,1	3,1	103,9±0,6	0,6
1,0 CO	0,6±0,1	1,3	29,1±0,2	0,6
1,0 CH_4	95,6±0,3	0,3	97,0±0,7	0,2
1,0CH_4+1,0 H_2	97,1±0,4	0,3	195,3±0,4	0,9
1,0CH_4+1,0 CO	96,9±0,3	0,2	115,4±1,3	1,1
1,0CH_4+1,0H_2+1,0CO	98,1±0,7	0,6	227,9±3,1	0,6

Как следует из результатов (табл.2.) ТКС-1 практически не чувствует H_2 и CO в изученном диапазоне концентраций. Сигнал сенсора по CH_4 при одинаковых условиях (1 %-ных смесях H_2, CO и CH_4) на 36,8 раза больше, чем сигнал по H_2 и 159,3 раза больше, чем сигнал CO.

В отличие от ТКС-1 сенсор без катализатора компенсационного чувствительного элемента (ТКС-2) является чувствительным к H_2 и CO. Сигнал данного сенсора 1% ному H_2, CO и CH_4 соответственно равно 103,9 мВ, 29,1 мВ и 97,0 мВ. Следовательно, ТКС-1в отличие от ТКС-2 характеризуется высокой селективностью.

Погрешность определения сенсоров за счет не измеряемых компонентов не превышает 2,0%. Проверка стабильности работы сенсора CH_4 во времени проводилась в течение 1000 часовой работы при концентрации природного газа -1,00 % об в воздухе. Как показали опыты, сигнал сенсора в течение регламентированного интервала времени сохраняется стабильно. Результаты проверки диапазона измерений и основной погрешности сенсора с пределами измерений 0-5,0 % об. представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты определения погрешности ТКС-CH_4 (диапазон 0-5,00% об.)

C_{CH4}в меси, % об.	Найд. CH_4, % об.	Осн.абс. погр.(Δ)	Осн.прив. погр.(γ)
0,51	0,52	0,01	0,2
2,55	2,51	0,04	0,8
4,74	4,81	0,07	1,4

В изученном интервале зависимость сигнала от концентрации имеет прямо пропорциональный характер и основная приведенная погрешность сенсора с диапазоном 0-5,0 % об., составила соответственно 0,2 - 1,4 % (табл. 3). Дополнительная погрешность сенсора, обусловленная изменением температуры не превышает 2% (табл.4).

Таблица 4.

Дополнительной погрешности ($\gamma_{доп}$) ТКС в интервале температура от -10 до+40 ^{0}C(n=5, P=0,95),

Температура,^{0}C	$\gamma_{доп}$при $Cсн_4$:			$\gamma_{доп}$ по ГОСТу*
	0,5%	2,5%	5,0%	
-10	0,4	3,0	2,0	5,0
0	0,2	2,0	2,0	5,0
+10	0,7	1,0	0,7	5,0
+20	0,6	0,3	2,0	5,0
+30	0,5	0,3	0,4	5,0
+40	0,2	0,3	0,7	5,0

* ГОСТу13320-81

Суммарная дополнительная погрешность ТКС-CH_4 за счёт изменения температуры (-10 -+40 ^{0}C), давления (600-800 мм рт. ст.) и влажности (40-95%) составляла ±3,5 %. Проведенные исследования показали, что разработанный нами термокаталитический сенсор метана ТКС - CH_4 по метрологическим и некоторым другим характеристикам вполне удовлетворяет требованиям ГОСТа для данного класса приборов.

Результаты сравнительных исследований предложенное нами (сенсор-1) и известного-серийно-выпускаемого (сенсор-2) сенсора приведены в таблице 5.

Как следует из приведенных данных, предлагаемый ТКС по селективности намного превосходят известного сенсора. В ходе экспериментов также было изучено сравнительные характеристики разрабо-

танных селективных термокаталитических сенсоров за период 1990-2019 гг в лаборатории газового анализа СамГУ. Результаты экспериментов показали, что разработанный ТКС-1, изготовленный с использованием золь-гель технологии на основе катализатора: 75%In_2O_3+25%AgO и 25%Fe_3O_4+75% Ni_2O_3 более чувствителен, чем ранее разработанные аналоги (ТКС-2 и Т%КС-3).

Таблица 5

Результаты сравнительных оценок, разработанных(китай) сенсоров.

Содержание в смеси	Сигнал сенсора, мВ	
	Сенсор-1	Сенсор-2
C_{CH4}1%+возд	97,0	73,0
C_{CO}1%+возд.	0,6	55,7
C_{H2} 1%+возд.	2,1	66,6
Коэффициент селективности:		
по CO	161,7	1,3
по H_2	46,2	1,1

Таким образом подобран катализатор (0.75In_2O_3-0,25 Ag_2O и 0,25Fe_3O_4-0,75 Ni_2O_3) для селективного и высокочувстивительного сенсора метана. С использованием подобранных катализаторов разработаны селективные ТКС природного газа. В широком интервале параметров изучено влияние различных параметров и установлены оптимальные условия, обеспечивающие наиболее высокий сигнал ТКС.

В результате проведенного исследования разработан высокоэффективный сенсор метана (природного газа) Найденные значения погрешностей и вариации аналитического сигнала не превышают допустимые пределы исследованных параметров, установленных согласно ГОСТу 13320-81.

ВЫВОДЫ

1.На основании результатов исследования закономерностей окисления горючих веществ (H_2, CO и CH_4) в присутствии катализаторов на основе оксидов металлов предложен оптимальный состав катализаторов (0,75In_2O_3-0,25Ag_2O и 0,25Fe_3O_4-0,75Ni_2O_3) чувствительных элементов термокаталитического сенсора метана

2.С использованием чувстивительных элементов, изготовленных на основе катализаторов, обладающих различной активностью к отдельным компонентам газовой смеси, обеспечена

селективность определения метана в присутствии оксида углерода и водорода.

3.Аналитические возможности ТКС при определении метана обусловливаются его чувстивительностью, селективностью, эксперессностью и другими метрологическими характеристиками, отвечающими требованиям существующих ГОСТов.

4.Разработан термокаталитический метод и сигнализатор уровня содержания метана в воздухе замкнутых экологических систем и других газовых смесях. Показано, что разработанный сигнализатор по аналитическим, метрологическим и эксплуатационным параметрам конкурирует с известными аналогами, а по отдельным – превосходит их.

Библиографический список

1. Каттралл Роберт В. Химические сенсоры. -М.: Научный мир, 2000.-144с.

2. Карелин А.П. Способ уточнения измерительной информации на термокаталитическом датчике при работе с различными горючими газами и не бинарными смесями// Безопасность в техносфере. М.: ИНФРА-М. 2014. С 12-23

3. Карпова Е.Е., Миронов С.М., Сучков А.А., Карелин А.П., Карпов Е.Ф. Непрерывный контроль возможных утечек природного газа в жилых помещениях// Вестник МАНЭБ, -2014. -Т.19, -№1, -С. 113-121.

4. Карелин А.П. Методы, принципы и приборы для многокомпонентного анализа горючих газов в воздухе//Научные труды (Вестник МАТИ), – М.: МАТИ, 2014. -Вып. 24 (96). -С. 78–88.

5. Таратын, И.А., Хатько В.В. Особенности сенсорного отклика термокаталитических газовых сенсоров с различным типом нагревателя. //Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия В. Прикладные науки. -2011. -№

6. Jin W., Ho H.L., Cao Y.C., Ju J., Qi L.F. Gas detection with micro- and nanoengineered optical fibers//Optical Fiber Technology, - 2013. -V. 19, -№ 6. –P. 741-759.

7. Abdurakhmanov, E.A., Normuradov, Z.N .Method of monitoring the degree of evaporation of petroleum products during their storage in reservoirs// Khimicheskaya Promyshlennost, 2003, (10), pp. 14–17

8. Abdurakhmanov, E Automatic monitoring of content of ammonia in atmospheric air and process gases by thermal catalytic method//Khimicheskaya Promyshlennost', 2004, (1), pp. 32–37

9.Эшкобилов Ш.А., Эшкобилова М.Э. Абдурахманов Э. Катализатор для селективного термокаталитического сенсора природного газа//Журнал «Химическая промышленность» Россия. -2015. № 5. С.261-264

10.Эшкобилова М.Э., Абдурахманов И.Э., Насимов А.М. Некоторые метрологические характеристики полупроводникового сенсора метана//Научный вестник СамГУ. -2019. -№ 1. –С. 142-146 (02.00.00; № 9).

11. Abdurakhmanov, E.A., Ruziev, E.A. Selective thermocatalytic sensors in ecoanalytic monitoring of gaseous emissions//Khimicheskaya Promyshlennost', 2003, (9), pp. 19–26

12. Abdurakhmanov, I.E., Begmatov, R.Kh., Abdurakhmanov, E., Kholboev, O.N., Kholmirzaev, F.F.Metrological parameters of semiconductor sensors of hydrogen sulfide SCS-H_2S with membrane coatings based on tungsten and copper oxides//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 862(6), 062084

13. Abdurakhmanov, E., Sidikova, K.G., Muradova, Z.B., Abdurakhmanova, Z.E.Development of a selective carbon monoxide sensor.//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 839(4), 042078

14. Abdurakhmanov, E., Murodova, Z.B., Eshkobilova, M.E., Sidikova, K.G.Development of a selective sensor for the determination of hydrogen//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 839(4), 042086

15. Abdurakhmanov, I.E., Kuchkarov, O.A., Abdurakhmanov, E.Gas sensitivity speed of ammonia semiconductor sensors based on metal-oxide films sio_2/tio_2-fe_2o_3//Rasayan Journal of Chemistry, 2020, 13(3), pp. 1486–1490

16. Kuchkarov, O.A., Abdurakhmonov, I.E., Begimkulov, Zh.N., ...Khamraeva, D.A., Abdurakhmanov, E.Investigation of particular parameters of a semiconductor ammonia gas analyzer//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 862(6), 062101

УДК 502.174.1:620.97:

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Веремейчик Л.А., Овезбердиев Б.
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Рассмотрена государственная политика Республики Беларусь, мировой опыт в области использования твердых бытовых отходов. Представлены методы переработки твердых коммунальных отходов во вторичные энергетические ресурсы.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, твердые бытовые отходы, вторичные материалы, переработка отходов.

В настоящее время обозначена острая проблема, связанная с глобальными масштабами образования отходов. По оценкам международных экспертов, в мире ежегодно накапливается порядка 1,3 млрд т коммунальных отходов. В связи с необходимостью решения проблемы отходов возникла самостоятельная область природоохранной политики, получившая широкое распространение под термином «управление отходами», обозначающая регламентацию и регулирование всех процессов, связанных с образованием, хранением, транспортировкой, переработкой, утилизацией и размещением отходов. Вместе с тем в меж-

дународной практике и в практике Республики Беларусь до настоящего времени теоретико-методологические основы формирования комплексной системы управления отходами, тесно взаимоувязанные с охраной окружающей среды, разработаны не в полной мере, а практические подходы к созданию такой системы, включая механизмы и инструменты реализации оптимальной политики в данной области, еще далеки от совершенства.

В Национальной стратегии по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь определяется система приоритетов и направлений действий, которые основаны на принятии экологически значимых решений по стратегической экологической оценке их воздействия на окружающую среду. Приоритетными направлениями государственной политики в сфере обращения с отходами являются максимальное уменьшении объемов их образования во всех сферах деятельности, предотвращение их вредного воздействия на окружающую среду и здоровье граждан, наиболее полное вовлечение отходов в хозяйственный оборот в качестве вторичных материалов.

Образование коммунальных отходов их годовой объем в Республике Беларусь составляет около 4 млн т. По итогам 2022 г. в Беларуси использовано 32 % коммунальных отходов, для сравнения в 2012 г. их использовалось около 10 %. Увеличение переработки отходов связано с установкой дополнительных контейнеров для разных видов мусора, компостирования, увеличения количества перерабатывающих станций. Свойства большинства отходов не позволяют с достаточной эффективностью осуществить их возврат в сферу производства или безопасное захоронение. *В Республике Беларусь предусматривается достижение уровня использования твердых коммунальных отходов до 64 % от общего объема их образования к 2025 г. и доведение этого показателя к 2035 г. до 90 %* [1].

В настоящее время в странах ЕС законодательно утверждена следующая иерархия методов обращения с отходами по мере снижения их приоритетности: предотвращение образования; повторное использование; рециклинг (переработка); энергетическое использование; окончательное удаление (хранение, захоронение). Принципы полного предотвращения образования отходов и возможность их повторного использования в практике в европейских государств реализуются следующим образом, например, в Голландии, Германии, Дании, Швеции все предприятия руководствуются трехэтапной схемой по управлению твердыми бытовыми отходами: повторно использовать и перерабатывать; все, что не поддается переработке, используется в качестве вто-

ричных энергетических ресурсов; только в случае невозможности реализации первых двух принципов отходы размещаются на полигоне для захоронения. В этих странах сжигаемые отходы перерабатываются в энергию, которая в основном используется для отопления жилых зданий [2].

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь осуществляет деятельность по созданию единой государственной политики в области обращения с отходами. В соответствии с законом Республики Беларусь «Об обращении с отходами» координацию деятельности в сфере обращения с вторичными материальными ресурсами осуществляет Министерство жилищно-коммунального хозяйства, создана государственная некоммерческая специально уполномоченная организация – ГУ «Оператор вторичных материальных ресурсов»), организацию работ также осуществляют местные исполнительные и распорядительные органы.

В республике функционирует крупное специализированное предприятие ОАО «Белвторресурсы», основным видов деятельности которого является сбор (заготовка) от населения через приёмные (заготовительные) пункты вторичных материальных ресурсов. Для развития ответственного отношения жителей Республики Беларусь к отходам потребления, популяризации использования и раздельного сбора отходов, стремления сортировать максимум отходов создана единая информационная компания, на сайте которой можно также ознакомиться с адресами таких пунктов, их графиком работы и видами принимаемых вторичных материальных ресурсов, с закупочными ценами [1].

В рамках осуществления контроля за обращением с отходами совместно с территориальными органами в республике осуществляется более 18 тыс. контрольных мероприятий, таких как: проведение государственного контроля за обращением с отходами, недопущение захоронения вторичных материальных ресурсов, выявление несанкционированных мест размещения отходов, строгое соблюдение рекомендаций обращения с коммунальными отходами. Используются следующие механизмы сбора вторичных материальных ресурсов в составе коммунальных отходов: заготовка через систему приемных (заготовительных) пунктов; раздельный сбор отходов от населения с помощью специально установленных контейнеров (отходы стекла, полимерные отходы, отходы бумаги и картона) с их последующей дополнительной сортировкой; сортировка смешанных коммунальных отходов на линиях сортировки и на мусороперерабатывающих заводах [3].

В настоящее время в Республике Беларусь функционирует более 90 предприятий по сортировке твердых коммунальных отходов, в их числе семь заводов, остальные – это небольшие сортировочные линии, их установленные мощности позволяют сортировать только треть накопленных отходов, что крайне недостаточно. Благодаря реализации национальной стратегии предусматривается дальнейшая *модернизация системы обращения с твердыми коммунальными отходами, развитие системы раздельного сбора отходов и создание новых объектов по их сортировке и использованию, в том числе развитие нового эффективного направления использования твердых коммунальных отходов для производства топлива для белорусской цементной промышленности и для получения тепловой и электрической энергии* [3].

Система обращения с отходами в Республике Беларусь ориентирована на соблюдение принципа приоритетности использования отходов по отношению к их захоронению и на их вовлечение в гражданский оборот. Как правило, образовавшиеся коммунальные отходы используются согласно методам, которые можно условно разделить на следующие три группы: переработка (рециклинг) – возврат отдельных компонентов твердых коммунальных отходов в хозяйственный оборот путем их выделения из общей массы и передачи на использование в качестве сырья и материалов для производства продукции; компостирование – использование органической части твердых коммунальных отходов после ее биологической обработки (разложения органических субстанций) при помощи различных микроорганизмов; сжигание – использование смешанных твердых коммунальных отходов или выделенных из них теплотворных фракций для получения тепловой и (или) электрической энергии.

В республике созданы благоприятные условия для увеличения производства электрической и тепловой энергии из возобновляемых источников энергии, сформирована долгосрочная политика их развития, учитывающая структуру и тенденции изменения прогнозного топливно-энергетического баланса. Основными направлениями дальнейшего развития использования местных топливно-энергетических ресурсов будут являться: создание энергоисточников, использующих местные топливно-энергетические ресурсы (древесное и торфяное топливо, горючие отходы, попутный газ и прочие); строительство локальных биогазовых комплексов в сельскохозяйственных организациях, занимающихся разведением крупного рогатого скота, свиней и птицы; создание биогазовых установок на очистных сооружениях и полигонах захоронения твердых коммунальных отходов создание в организациях жилищно-коммунального хозяйства мощностей по произ-

водству топлива из твердых коммунальных отходов (RDF-топливо) с его использованием в качестве топлива на цементных заводах строительной отрасли нефтяного кокса.

В Беларуси полностью перерабатывают макулатуру, стекло, много видов пластика, шины, батарейки, жестяные банки из-под консервов и напитков. Наиболее полно (более 97 % от объема образования) используются отходы растительного и животного происхождения за счет переработки отходов производства пищевых и вкусовых продуктов, обработки и переработки древесины, бумаги и картона. Отходы производства пищевых и вкусовых продуктов используются в сельском хозяйстве, применяются технологии компостирования органических веществ — пищевых отходов и растительных остатков, образующихся, например, при уборке сельскохозяйственных культур, озелененных территорий. Кроме того, отходы обработки и переработки древесины на гидролизном заводе, в сельскохозяйственных предприятиях, сжигаются используются для получения энергии, планируется дальше развивать компостирование и получать биогаз из органической части отходов, а также извлекать так называемый свалочный газ – метан. В результате реализации данных мер ожидается, что к 2035 г. захоронение твердых коммунальных отходов на полигонах снизится на 38 % [3].

Однако не все отходы можно использовать повторно, иногда бумага или пластик загрязнены настолько, что не подходят для вторичной переработки. Чтобы не отправлять эти материалы на полигон для захоронения, в Беларуси планируют использовать их в качестве альтернативного топлива. Один из вариантов включения твердых коммунальных отходов в цикл переработки — использовать их в качестве альтернативного RDF-топлива в цементной промышленности, что помимо снижения нагрузки на полигоны и природную среду поможет сократить потребление цементными заводами газа и угля. Такая технологическая линия по использованию RDF-топлива уже функционирует, в перспективе ее планируют применять на других цементных заводах республики.

Технологически RDF-топливо может производиться как из смешанных твердых коммунальных отходов, так и из отсортированных невостребованных отходов упаковки, отходов переработки электрического и электронного оборудования и других высококалорийных отходов. Производство RDF-топлива из смешанных твердых коммунальных отходов целесообразно интегрировать в комплекс по механико-биологической обработке, в котором на первой стадии осуществляется технологическая операция по отделению биологической фракции

от их общей массы, на второй – в процессе сортировки извлекаются пригодные к повторному использованию вторичные материальные ресурсы, на третьей – выполняются технологические операции по производству RDF-топлива из оставшейся части твердых коммунальных отходов.

Следует учитывать, что экологические выгоды при энергетическом использовании твердых коммунальных отходов являются приоритетными по сравнению с экономическими. По мере освоения технологий производства RDF-топлива для цементной промышленности возможны дальнейшая доработка RDF-топлива до уровня качества SRF-топлива (высококалорийное RDF-топливо с размером фракции до 25 мм) или производство из отходов топливных брикетов и пеллет для целей их энергетического использования в котельных жилищно-коммунального хозяйства и промышленных предприятиях.

Энергетическое использование твердых коммунальных отходов (использование RDF-топлива в цементной промышленности и в котельных установках) требует принятия ряда законодательных норм, которые предусматривают: требования по нормативам выбросов в атмосферный воздух продуктов горения (золы, шлаков и пыли); требования к топливу с учетом их гармонизации с аналогичными документами других стран экономического союза; экономическое стимулирование энергетического использования отходов, включая регулирование размеров экологических платежей, компенсационных выплат; запрет на сжигание ТКО без их предварительной подготовки (сортировки, измельчения, удаления вредных веществ и материалов); создание объектов по захоронению (хранению, обезвреживанию) золошлаковых отходов второго–четвертого классов опасности; возможность использования золошлаковых отходов, в том числе при производстве дорожно-строительных и строительных материалов. В перспективе применение RDF-топлива в цементной отрасли обеспечит использование примерно одной трети от всех образующихся в республике отходов потребления, внесет значительный вклад в энергетическую безопасность, будет способствовать достижению целей стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2030 г. в области экономики и экологии [1].

Библиографический список:

1. Об утверждении Национальной стратегии по обращению с твердыми коммунальными отходами и вторичными материальными ресурсами в Республике Беларусь: пост. Совета Министров Респ. Беларусь от 28 июля 2017 г. № 567.

2. Андросова, Н. К. Зарубежный опыт в сфере обращения с твердыми бытовыми отходами // Охрана окружающей среды и природопользование. - 2013. - № 4. - с. 37-41.

3. Шагун, А.В. Как к 2025 году в стране изменится концепция переработки твердых коммунальных отходов // Газета «Республика». - Минск. – 2021. - 3 февр.

УДК 502.521:502.13(476)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ НА ПОЧВЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ ПРЕОДОЛЕНИЮ

Веремейчик Л.А., Акмырадов Х.
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Рассмотрены основные экологические проблемы почв Республики Беларусь. Представлены перспективные направления повышения эффективности использования и повышения плодородия почв.

Ключевые слова: земельные ресурсы, плодородие почв, экологические нагрузки, деградация, мониторинг, рациональное использование

Почва является основным средством производства в сельском и лесном хозяйстве, строительном комплексе, играет определяющую роль в обеспечении населения продовольствием и отраслей промышленности сырьем. Почва — один из важнейших факторов внешней среды, которому принадлежит ведущая роль в круговороте веществ в природе, находится в постоянном взаимодействии с другими экологическими системами, такими как атмосфера, гидросфера, растительный и животный мир. С учетом особенностей состояния почвенного покрова и его подверженности антропогенным воздействиям, почва является важным показателем уровня экологической безопасности.

Антропогенная деятельность оказывает более сильное воздействие на земельные ресурсы, чем на другие компоненты окружающей среды. По данным ФАО, в настоящее время в сельском хозяйстве для растениеводства используются 11 % поверхности мировых земель ожидается, что к 2050 г. в связи с ростом населения спрос на сельскохозяйственную продукцию увеличится на 70 %, что потребует увеличение площадей, занятых пахотными угодьями и значительной интенсификации сельского хозяйства [1].

В Республике Беларусь по данным мониторинга земель, на 1 января 2023 г. в структуре земельных ресурсов 43,4 % территории занимают лесные земли, 39,0 % – сельскохозяйственные земли. По сравнению с 2021 г. площадь пахотных земель в 2022 г. уменьшилась на 18,2 тыс. га, площадь лесных земель увеличилась на 71,6 тыс. га. В изменении структуры земельных ресурсов по видам земель сохраняется устойчивая многолетняя тенденция сокращения площади сельскохозяйственных земель и увеличения площади, занятой лесной растительностью. Уменьшение площади сельскохозяйственных земель связано с переводом малопродуктивных земель для несельскохозяйственных целей использования, в основном их облесение и развитие лесного хозяйства, а также их изъятие для других целей. Удельный вес пахотных земель в целом по стране составляет 69,3 %, улучшенных луговых земель - 71 %. Следует учесть, что площадь средостабилизирующих видов земель, формирующих природный каркас территории, составляет в настоящее время 57,3 % территории страны, в 2022 г. их площадь увеличилась на 37,8 тыс. га. К ним относятся естественные луговые земли, лесные земли, земли под древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями), под болотами и водными объектами. Увеличение площади земель, образующих природных каркас территории, является результатом «экологизации» землепользования в Республике Беларусь [2].

С учетом того, что основными ресурсами, обеспечивающими продовольственную безопасность и экономическую независимость страны, ее социально-экономическое развитие, являются земельные ресурсы в аграрном комплексе Беларуси, как и в мире в целом, остается наиболее острая экологическая проблема, связанная с сохранением плодородия почв. При этом важная роль принадлежит характеристике состояния и оценке изменений почвенного покрова, имеющих экосистемное значение. Экосистемы, в которых основными видами деятельности являются земледелие, лесное и луговое хозяйство, чаще всего страдают именно от антропогенной деятельности и больше всего от тех изменений, которые влияют на биофизические свойства земельных ресурсов (например, загрязнение, засоление почвы и ее истощение). Необходимо иметь в виду, что даже те изменения, которые на первый взгляд имеют естественную природу, могут быть прямо или косвенно связаны с деятельностью человека, например, зарастание кустарником, лесные пожары, наводнения, оползни, засухи и т.д.

Деградация земель, как правило, сопровождается взаимосвязанным воздействием на другие компоненты экосистемы, например, утрату биоразнообразия при интенсивном ведении сельского хозяйст-

ва, влияние на водные, атмосферные и другие ресурсы. Применяемая система оценки деградации земель позволяет определить общую территорию отдельных видов биофизической деградации, уточнить методику управления земельными ресурсами и допустимого экосистемного воздействия. Таким образом, деградацию земель надо рассматривать в комплексе, учитывая все экосистемные изменения, как биофизические, так и социально-экономические [3].

Успешное регулирование качества природной среды основано на принципах рационального природопользования, которое базируется на ограничении интенсивности воздействия на экосистему с учетом уровня допустимой нагрузки. Соотношение величины воздействия на природную среду и уровня ответного реагирования на данное воздействие обусловливает устойчивость экосистемы. Определение допустимых для экосистемы антропогенных воздействий основано на понятии экологической возможности данной природной системы и установлении интервалов допустимых колебаний ее состояния в зависимости от ассимиляционной способности природного комплекса. Для каждого типа воздействия устанавливаются свои требования и ограничения, для чего используется показатель предельно допустимой нагрузки, или совокупности внутреннего и внешнего воздействия, которые либо вообще не меняют качество окружающей среды, либо изменяют его незначительно в допустимых пределах.

Нормирование содержания вредных веществ в почве предполагает установление таких концентраций, при которых их количество в контактирующих средах не превышает предельно допустимую концентрацию, например, в воздухе, воде, а в выращиваемых культурах допустимые остаточные количества не ухудшают качество получаемой продукции. Так, превышение значения предельно допустимой концентрации элемента или вещества может рассматриваться в качестве показателя экологического состояния почв, а именно, определения степени их загрязнения или химической деградации. Для количественной оценки степени загрязнения рекомендуется сравнивать содержание исследуемого вещества с его содержанием в фоновой почве. Результаты деградации земель могут быть использованы в качестве показателя в пользу разработки стратегии вмешательств в рамках управления природными ресурсами в целом. Как правило, экологическая оценка состояния почв производится путем сравнения полученных данных содержания загрязняющих веществ с величинами предельно допустимых концентраций или ориентировочно допустимых концентраций, значения которых приведены в нормативных до-

кументах, разработанных Министерством здравоохранения Республики Беларусь [4].

Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь является одним из основных источников экологической информации о состоянии почв республики. Мониторинг окружающей среды является основной базовой характеристикой при принятии решений по ряду экологических проблем, таких как, деградация почв в результате ветровой и водной эрозии, химического загрязнения, опустынивание земель и др. Особенности рельефа, геоморфологии, характер почвообразующих пород и интенсивная антропогенная нагрузка на почвенный покров обусловили значительное развитие эрозионных процессов на территории Беларуси. В республике водной и ветровой эрозии подвержено 556,5 тыс. га сельскохозяйственных земель, от общей площади пахотных земель 7,1 % подвержены водной эрозии, ветровой (дефляции) – 1,3 %, намытые почвы занимают 1,0 % пашни. Кроме того, 41,2 % пахотных земель относятся к дефляционно-опасным, то есть при неправильном использовании данные земли также могут быть подвержены ветровой эрозии. Трансформация почвенного покрова обусловлена снижением уровня грунтовых вод, изменением баланса питательных веществ, усилением выноса элементов питания из верхних горизонтов. При этом наблюдается ухудшение агрохимических, физических, водных и воздушных свойств почв, что сказывается на производительной способности эродированных почв. Эрозионные процессы наносят существенный экономический ущерб, значительно снижают урожайность сельскохозяйственных культур [2, 3, 5].

Плодородие пахотных почв республики тесно связано с содержанием органических веществ. Положительный баланс гумуса может быть достигнут за счет внесения большого количества органических удобрений и расширения доли многолетних трав в структуре посевных площадей, не менее 30 % от общей посевной площади. Заметные изменения баланса органических веществ в почвах и накопление гумуса, как его наиболее ценной части, можно выявить только за длительный период времени. Ухудшение продуктивности земель в связи со снижением содержания органического вещества (дегумификация), приводит к ухудшению ее агрофизических свойств, в частности, структуры. В настоящее время в отдельных районах страны наблюдается снижение содержания гумуса, за последние четыре года этот процесс отмечен в 57 районах республики. Доля площади почв пахотных земель с низким содержанием гумуса (менее 1,5 %) по республике составляет 10,2 % от общей площади пашни [4].

Опасные уровни загрязнения почвы могут возникнуть при чрезмерном использовании минеральных и органических удобрений и применении пестицидов. Пестициды, попадая в почву, могут изменять почвенную микрофлору, оказывающую влияние на биологическую активность, что увеличивает экологическую опасность загрязнения почвы и оказывает негативное воздействие на другие компоненты окружающей среды. Кроме того, при снижении содержания элементов питания ухудшается агрохимический состав почвы, что оказывает непосредственное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур. Почва является также источником загрязнения продуктов питания и водных источников нитратами, избыточное накопление которых рассматривается как фактор онкологического риска здоровью населения. Острой проблемой для Беларуси является загрязненные почв радионуклидами, земли, выбывшие из сельскохозяйственного оборота, составляют 246,7 тыс. га., с течением времени площадь этих земель практически остается без изменений [4].

Одним из видов деградации является химическое загрязнение земель, которое характерно в основном для урбанизированных территорий. Загрязнение почв химическими веществами, особенно в индустриально развитых регионах, может достигать таких уровней, которые могут быть классифицированы как искусственные биогеохимические провинции. Мониторинг химического загрязнения земель проводится по следующим направлениям: наблюдения за почвами придорожных полос автодорог; наблюдения за химическим загрязнением земель на фоновых территориях; наблюдения за химическим загрязнением земель в населенных пунктах [4].

Особую опасность представляет загрязнение почв тяжелыми металлами. Экотоксичность большинства тяжелых металлов проявляется в подавлении почвенных ферментов. К числу причин возникновения этих проблем в сельском хозяйстве следует отнести недостаточно эффективное управление использованием почв, чрезмерное освоение и интенсивное использование, нарушение технологических процессов в растениеводстве, некачественная обработка и др. [3].

Основной обязанностью землепользователей является правильное и эффективное использование почв, воспроизводство ее плодородия. Рациональное использование почв заключается в том, чтобы гарантировать, что абсолютно все землепользователи в производстве используют максимум мер, направленных на защиту земель, а также наиболее благоприятное взаимодействие с факторами окружающей среды.

Для увеличения плодородия почв реализуются государственные программы, которые включают сочетание организационных, агротех-

нических, экономических, агрохимических, восстановительных мероприятий и другие меры. В соответствии с Национальной концепцией устойчивого развития на период до 2030 г., цели и задачи устойчивого использования земельных ресурсов соответствуют сразу нескольким глобальным направлениям, в частности: внедрение методов ведения сельского хозяйства, которые постепенно улучшают качество земель и почв; рациональное использование химических веществ и сокращение их попадания в почвы; восстановление деградировавших земель и почв, недопущение ухудшения состояния земель [4].

В соответствии со стратегией научно-технического и инновационного развития в области охраны окружающей среды и устойчивого использования природных ресурсов Республики Беларусь на 2021 - 2025 годы наиболее перспективными направлениями такой деятельности в этой области могут стать: оценка степени проявления процессов деградации земель (почв); разработка и совершенствование технологий (методик) выявления, учета и оценки деградированных земель; определение научно обоснованных и доступных индикаторов (показателей) деградации земель (почв); оценка степени сельскохозяйственной пригодности земельных ресурсов; проведение регулярных почвенных обследований; разработка и внедрение экологически безопасных и ландшафтно-адаптивных систем земледелия; оптимизация структуры земельного фонда и др. [6].

Библиографический список:

1 . Глобальные экологические проблемы в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – URL: https://baza-polimerov.ru/problemy/ekologicheskie-zemledeliya.html (дата обращения: 03.10.2023).

2 . Мониторинг земель [Электронный ресурс]. – URL: https://www.nsmos.by/content/164.html (дата обращения: 11.09.2023)

3 . Почвы Республики Беларусь / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапы. - Минск: ИВЦ Минфина, 2019. - 632 с.

4 . Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь: Нац. доклад / М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, РУП «Бел НИЦ «Экология». – Минск: Бел НИЦ «Экология», 2019. – 191 с.

5 . Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник. - Минск. - 2021. - 203 с.

6 . Стратегия научно-технического и инновационного развития в области охраны окружающей среды и устойчивого использования природных ресурсов 2021 - 2025 годы / одобрено решен. науч.-техн. совета М-ва природных ресурсов и охраны окружающей среды Респ.. Беларусь от 15.04.2020, № 4.

УДК 628.164.081.312.32

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕАГЕНТНОГО БАКА СОВРЕМЕННОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА

Злобин Е.К.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Для современных автоматических фильтров очистки природной воды с использованием в процессе регенерации реагентов важное место занимает создание необходимых условий для гарантированного приготовления в реагентном баке установки водоподготовки насыщенного раствора реагента.

Ключевые слова: автоматический фильтр, фильтроцикл, регенерация, товарный твердый реагент, насыщенный раствор реагента.

За последние 20-25 лет в РФ стали широко использоваться современные автоматические фильтры для очистки природной и доочистки водопроводной воды, не отвечающей по своим качественным показателям требованиям потребителя. В зависимости от вида изымаемых из воды загрязнений в фильтрах используются фильтрующие загрузки различного назначения, некоторые из которых регенерируются с использованием реагентов. Реагенты в процессе регенерации применяются в виде насыщенных растворов, для приготовления которых служат реагентные баки.

Для рассматриваемых видов автоматических фильтров можно использовать только твердые товарные реагенты, хорошо растворимые в воде, но с конечной величиной растворимости. При этом приготовленный насыщенный раствор реагента, независимо от его объёма, полностью используется при проведении регенерации, в связи с чем перед каждой регенерацией в реагентный бак заливается такой объём воды, который необходим для приготовления насыщенного раствора только на одну регенерацию. Объём реагентного бака позволяет разместить в нем товарный твердый реагент в количестве, необходимом для проведения нескольких регенераций, что позволяет обслуживающему персоналу не подходить к установке водоподготовки в течение нескольких фильтроциклов, а иногда и нескольких суток. За счет этого на практике реализуется автоматический автономный режим работы фильтра.

Такой метод приготовления и забора раствора реагента не позволяет применять жидкие товарные реагенты, так как перед каждой регенерацией обслуживающему персоналу необходимо будет заливать

в реагентный бак дозу жидкого концентрированного реагента, вследствие чего теряется смысл автоматической работы фильтра.

Растворение реагента в реагентном баке происходит за счет диффузии или броуновского (теплового) движения. Механического, гидравлического или воздушного перемешивания реагента с водой не предусмотрено, в связи с чем следует особое внимание обращать на условия его приготовления.

Время приготовления насыщенного раствора реагента в реагентном баке зависит от следующих факторов: 1) количества товарного твердого реагента; 2) площади контакта поверхности реагента с водой; 3) скорости растворения реагента. В руководящих документах по эксплуатации установок водоподготовки, например в [1], отмечается, что запас твердого товарного реагента в реагентном баке должен быть не менее, чем на 3...5 регенераций. При этом избыточная часть реагента может находиться выше уровня воды в баке. На одном из последних этапов регенерации производится заполнение реагентного бака водой в объёме, необходимом для проведения только одной регенерации. Учитывая избыток твердого товарного реагента в баке, можно сделать вывод о том, что условия «1)» и «2)» (см. выше) соблюдаются.

Кроме того, твердый товарный реагент, загружаемый в бак, не должен слеживаться и образовывать на поверхности контакта частиц (кусков) реагента с водой малорастворимую жесткую корку. При образовании такой корки получить насыщенный раствор реагента в реагентном баке может быть крайне проблематично. Для предупреждения коркообразования не рекомендуется использовать товарный реагент в виде продукта тонкого помола, склонного к слеживанию в мокром виде. Поэтому, например, для натрий-катионитовых фильтров следует использовать в качестве реагента грубодисперсную таблетированную соль NaCl [1].

Скорость растворения твердого реагента в реагентном баке только за счет теплового движения ионов реагента и молекул воды зависит от температуры воды, подаваемой в реагентный бак при его заполнении. Чем выше температура воды, тем выше скорость растворения реагента, и наоборот. Если реагентный бак заполняется водой из подземного водоисточника, то среднесуточная температура подаваемой воды, как правило, не будет превышать 8...10°C. Если в качестве источника водоснабжения используется поверхностный водный объект, то в зимний период времени, температура воды, подаваемой в реагентный бак, может быть не выше 1...3°C.

Большое значение имеет и место расположения реагентного бака, а конкретно, температура воздуха в этом помещении. Практика эксплуатации показывает, что температура воды в реагентном баке становится равной температуре воздуха в помещении через 1...3 часа после заполнения бака.

Анализ вышеизложенного показывает, что при формировании технологической схемы химводоочистки (ХВО) инженер-технолог должен знать (или принять) температуру воды в реагентном баке. На основании этой информации и опыта эксплуатации объектов-аналогов принимается решение о минимальном времени приготовления насыщенного раствора реагента, которое должно быть обеспечено конфигурацией схемы ХВО, набором входящего в неё водоочистного оборудования и режимом его работы.

Предприятие-изготовитель установок ХВО может получать комплектующие от разных производителей, которые, по разным причинам, могут меняться. Реагентные баки одинакового объёма от разных производителей могут отличаться своим внутренним устройством и, в частности, высотой расположения солевой решетки (ложного днища) над дном бака. В реагентных баках для приготовления насыщенного раствора перманганата калия решетка располагается на длинных ножках, высоту которых необходимо отрегулировать таким образом, чтобы уровень воды в баке после этапа регенерации «Заполнение реагентного бака» был несколько выше решетки. В установках водоподготовки с реагентными баками, где нельзя регулировать высоту расположения солевой решетки, рекомендуется проверить объём воды над солевой решеткой после заполнения реагентного бака, который, желательно, был бы не ниже объёма насыщенного раствора реагента, необходимого для проведения регенерации. Для этого необходимо правильно запрограммировать управляющий клапан.

При проведении пуско-наладочных работ также необходимо определить максимальное количество реагента, которое можно поместить в реагентный бак. С этой целью сначала необходимо провести холостую регенерацию без использования товарного твердого реагента. По окончании регенерации в баке останется только объём воды, необходимый для приготовления насыщенного раствора реагента для следующей регенерации. После этого в бак следует засыпать товарный реагент до тех пор, пока: 1) горка реагента не окажется выше уровня воды в баке; 2) уровень воды в баке не поднимется до штуцера перелива. Удобнее засыпать реагент кратно упаковкам (1 мешок, 1 пачка, 1 коробка и т. п.). Зная расход реагента на 1 регенерацию и

периодичность проведения регенераций, можно ориентировочно определить время загрузки следующей партии реагента в реагентный бак.

Вместе с тем, при проведении ревизии на некоторых объектах водоподготовки отмечалось, что реагентные баки были заполнены товарным реагентом на 100% (под крышку). Во время регенерации на этапе заполнения бака водой часть воды выливалась через переливной штуцер в канализацию. При этом качество очищенной воды постепенно от фильтроцикла к фильтроциклу ухудшалось, потому что не хватало объёма насыщенного раствора реагента (количества ионов, участвующих в ионном обмене) для проведения полноценной регенерации, вследствие чего фильтрующая загрузка постепенно теряла свою обменную ёмкость. Поэтому при загрузке в бак товарного реагента рациональнее руководствоваться правилами, представленными выше.

Для предотвращения перелива воды из реагентного бака некоторые специалисты рекомендуют пользоваться поплавковым механизмом, установленным внутри бака в колодце, путем опускания поплавка. Поплавок служит не для регулирования уровня воды в реагентном баке, а для предупреждения затопления площадки размещения ХВО водой, поступающей из переливного шгуцера реагентного бака, в случае сбоя в работе управляющего клапана. Чем больше загрузка реагента в реагентный бак, тем выше уровень воды в нем. При большом объёме разовой загрузки требуемый объем воды может не поместиться в реагентный бак, и часть её выльется через переливной штуцер (см. выше). Для предупреждения этого необходимо уменьшить объём разовой загрузки реагента.

Применение современных технологических схем ХВО в большинстве случаев предполагает во время регенерации использование исходной, а не очищенной воды. Если концентрация железа в исходной воде будет выше 0,3...0,5 мг/л, то возможно отравление ионообменной фильтрующей загрузки в фильтре солями железа и образование осадка желто-бурого цвета на дне и стенках реагентного бака. Радикальное решение этой проблемы - использование ступени предварительного обезжелезивания воды. Однако, достаточно часто заказчик отказывается от такого варианта из-за его высокой стоимости.

Другим эффективным способом решения является периодическая добавка в реагентный бак специальных веществ [2] в межрегенерационный период. Основным компонентом рецептуры таких веществ являются слабые кислоты, растворяющие различные

формы железосодержащих отложений. Время приготовления раствора реагента для регенерации обычно составляет от нескольких часов до нескольких суток, что является достаточным для растворения спецвеществом осадка желто-бурого цвета со дна и стенок реагентного бака, а также с поверхности зерен (кусков) реагента. Разовая доза спецвещества также должна обеспечивать отмывку зерен ионообменной загрузки в фильтре от соединений железа в процессе регенерации. Объём разовой дозы спецвещества и периодичность его использования определяются при эксплуатации технологической схемы ХВО без остановки её работы.

Несмотря на то, что при эксплуатации современных автоматических фильтров можно использовать только твердые товарные реагенты, в некоторых случаях возникает необходимость применения их насыщенных растворов. Это особенно актуально при заполнении систем отопления или участков теплотрасс, когда время заполнения очень ограничено. Перед запуском в работу установки ХВО для заполнения объекта теплоснабжения химически подготовленной водой необходимо определить требуемый объём воды, количество фильтроциклов для приготовления такого объёма воды, а также объём насыщенного раствора реагента для такого числа фильтроциклов. Потребное количество насыщенного раствора реагента заранее готовится и транспортируется к месту монтажа установки ХВО. Управляющий клапан, независимо от режима работы установки ХВО, программируется на режим «Немедленная регенерация», а этап «Заполнение реагентного бака» обнуляется или пропускается. Во время работы установки ХВО на заполнение присутствие обслуживающего персонала обязательно. Перед началом работы или перед первой регенерацией в реагентный бак заливается требуемое количество насыщенного регенерационного раствора. После окончания каждой регенерации заливка в реагентный бак насыщенного раствора реагента повторяется.

При этом время работы установки ХВО в сервисном режиме не будет зависеть от времени приготовления насыщенного раствора реагента, что позволяет сократить время как сервисного режима, так и всего фильтроцикла за счет возможности использования оборудования водоподготовки меньшего ресурса, меньших габаритов и меньшей стоимости.

Выводы.

1. Использование современных автоматических фильтров с реагентной регенерацией предполагает применение только твердых товарных реагентов.

2. Приготовление насыщенных растворов твердых товарных реагентов зависит от многих факторов, которые следует учитывать в процессе эксплуатации реагентных баков установок водоподготовки.

3. При заполнении систем отопления химически очищенной водой для сокращения сроков производства работ, обеспечения устойчивой работы оборудования водоподготовки и возможности уменьшения его стоимости необходимо перейти с твердых товарных реагентов на их насыщенные растворы. При этом установки ХВО будут переведены с автоматического на полуавтоматический режим работы.

Библиографический список

1. Руководство по монтажу и эксплуатации «Установка умягчения периодического действия Ёлка. WS-1,0...4,0-Rx-(SC). 2023 [Электронный ресурс]. URL: https://xn--80atc1g.xn--p1ai/library/certificates/ (дата обращения: 14.09.2023).

2. НПФ «ТРАВЕРС». Реагенты для повышения эффективности регенерации катионообменных материалов. Аминат ДС. 2023 [Электронный ресурс]. URL: https://www.travers.su/products/industrial-water-treatment/reagents-to-improve-the-efficiency-of-the-regeneration-of-cation-exchange-materials/aminat-ds/ (дата обращения: 27.10.2023).

УДК 628.477

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПЛАТЕЖИ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ ИДЕИ «ЗЕЛЕНОЙ» ЭКОНОМИКИ

Яконовская Т.Б.

Тверской государственный технический университет, г. Тверь, Россия

В статье проводится анализ изменений в системе экологических платежей для промышленных предприятий в России. Анализируется влияние изменений в системе экологических платежей на хозяйственную деятельность предприятий. Обсуждаются перспективы введения углеродного платежа и его влияние на мотивацию предприятий к переходу на экологически чистые, «зеленые» технологии.

Ключевые слова: «зеленая» экономика, «зеленые» технологии, охрана окружающей среды, экологические платежи, промышленные предприятия.

В стратегической доктрине РФ «Стратегия национальной безопасности» одним из важных национальных приоритетов является эко-

логическая безопасность и рациональное природопользование. Согласно Указу Президента РФ от 19.04.2017 N 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» под экологической безопасностью понимается «состояние защищенности окружающей среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий». Поэтому главными целями обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования становятся: 1. Обеспечение качества окружающей среды, необходимого для благоприятной жизни человека; 2. Сохранение и восстановление природной среды; 3. Сбалансированное природопользование; 4. Смягчение негативных последствий изменения климата [1, 2].

В связи с этим, в РФ разработаны программы экологической направленности, такие как:

1. Концепция РОП – реформы системы расширенной ответственности производителей и импортеров (РОП) за утилизацию товаров и упаковки;

2. Нововведения в системе экологических платежей и сборов – они приняты, чтобы поддержать российскую экономику в условиях санкций.

Главным назначением обеих программ является содействие тому, чтобы экологические сборы и платежи были не только действенным инструментом финансирования ликвидации накопленного вреда окружающей среде, но и стимулировали природопользователей к бережному отношению к природе и реализовывали концепции: «зеленой экономики замкнутого цикла», «углеродннейтральной экономики».

Экологические платежи и сборы за пользование природными ресурсами и наносимый ущерб окружающей среде уплачивают все предприятия природопользователи в РФ (промышленные, химические, сельскохозяйственные и т.д.). В настоящее время экологические платежи являются неналоговыми сборами, к которым относятся следующие три вида: плату за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС), экологический и утилизационный сборы [3, 4].

Плата за негативное воздействие на окружающую среду введена в России с 2002 года. Такую плату осуществляют предприятия, чья деятельность связана с выбросами различных загрязняющих веществ в атмосферу, в воду или с размещением отходов производства. Главной целью такого сбора принято считать возмещение вреда окружающей среде, для этого введены понижающие и повышающие коэффициенты. Если предприятие проводит природоохранные мероприятия, то может

сократить размер платы за НВОС на потраченную сумму. Ставки сбора устанавливаются за каждый вид загрязняющего вещества. Например, за выбросы торфяной пыли приходится платить 50 руб. за тонну.

С 2012 года в РФ уплачивается утилизационный сбор, который распространяется на лиц, производящих и ввозящих на территорию России транспортные средства (в. том числе, технологические машины и оборудование). Он уплачивается единовременно в целях обеспечения экологической безопасности, а также для защиты здоровья человека и окружающей среды от вредного воздействия эксплуатации транспортных средств. Размер сбора зависит от года выпуска машин, вида, категории, массы и объема двигателя.

Экологический сбор введен в РФ с 2015 года и относится к «молодым» видам платежей экологического характера. Его уплачивают производители и импортеры товаров и упаковки, которые самостоятельно не утилизируют отходы (в виде упаковки и некачественной продукции). Ставка формируется на основе средних сумм затрат на сбор, транспортировку, обработку и утилизацию единицы изделия. В расчет принимаются масса и количество утративших потребительские свойства товаров или упаковки [5, 6].

С 2017 года их доля в общем объеме неналоговых доходов выросла почти в пять раз и к 2022 г составила до 20 % и пополнили государственный бюджет на 433 млрд руб. В условиях экономических санкций одним из простых способов наполнения бюджета страны является увеличение видов обязательных платежей и их ставок, методик расчетов и порядка уплаты в бюджет. Особенно страдают от роста количества обязательных платежей и ставок по ним предприятия горнопромышленного комплекса. На рис. 1 показана хронология изменений в количестве экологических сборов и платежей.

Долгое время вопрос о праве предприятия включать в расчет налога на прибыль суммы, направленные на возмещение наносимого вреда окружающей среде, оставался открытым, так как ни к числу разрешенных, ни в перечне запрещенных к учету расходов, эти затраты прямо не отнесены. Однако, с 1 марта 2022 года этот вопрос решен однозначно. Изменение связано с началом действия правила, установленного ФЗ от 02.07.2021 № 305-ФЗ. Согласно его положениям, в частности, в состав расходов, не учитываемых при определении налоговой базы по налогу на прибыль, включаются платежи по возмещению ущерба, перечисляемые в бюджет. В такой редакции действует пункт 2 статьи 270 Налогового кодекса. Такая формулировка не позволит предприятиям включать в состав расходов, уменьшающих налог

на прибыль, компенсацию за причиненный экологический ущерб [7, 8].

Постановлением Правительства РФ от 01.03.2022 № 274 на 2022 год установлены следующие ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) и выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух:

1. Ставки платы за НВОС, установленные на 2018 год, с использованием дополнительного коэффициента 1,19;

2. Ставка платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками в отношении пыли каменного угля – 67,12 руб. за тонну.

Рис. 1. Динамика изменений по видам экологических сборов

Для обеспечения стабильной деятельности производителей автомобильной техники в условиях сложившейся экономической ситуации и санкций продлен срок уплаты утилизационного сбора за I – III кварталы 2022 года. Перенос сроков коснется предприятий, где трудится не менее 5 тыс. человек, и их дочерних компаний (Постановление Правительства РФ от 04.03.2022 № 287). До 20 декабря 2022 года необходимо уплатить утилизационный сбор: за I – III кварталы 2022 года; за IV квартал 2021 года и за I – III кварталы 2022 года, если в отношении предприятий отрасли введены иностранные санкции.

Аналогичная мера о продлении сроков уплаты утилизационного сбора действует и для отечественных производителей сельхозтехники, строительно-дорожной и коммунальной техники, а также прицепов к

ней (Постановление Правительства РФ от 31.03.2022 года № 521). Сбор за I – III кварталы 2022 года можно будет уплатить до 23 декабря 2022 года. Отсрочка касается крупнейших предприятий отрасли. Она должна помочь снизить остроту дефицита оборотных средств и избежать просрочки выплаты заработной платы сотрудникам.

С 1 января 2023 года в России появится углеродный налог, который вынуждены будут выплачивать предприятия за выбросы в атмосферу CO и CO_2. Современные мировые тенденции в промышленном производстве характеризуются использованием технологий и оборудования с «нейтральным углеродным следом», «зеленых технологий» толчком развития которых послужило в 2015 г. Парижское соглашение по климату к которому присоединилась Россия с 23 сентября 2019 г. 2020 г. на 25% и к 2030 г. – на 25–30% по сравнению с уровнем 1990 года. При этом основное бремя по снижению выбросов парниковых газов возложено на промышленность горнодобывающего, горноперерабатывающего, агропромышленного, транспортного и других природоэксплуатирующих секторов экономики [9, 10]. Приведем результаты онлайн-опроса проводимого автором в течение 2022-2023 гг. среди производителей из различных отраслей и сфер хозяйственной деятельности:

– Не поддерживают введение платы за углеродные выбросы 56% респондентов;

– Пока не думают о плате за углеродные выбросы – 27% респондентов;

– Поддерживают введение платы за углеродные выбросы – 17% респондентов.

В целом по итогам анализа можно сделать следующий вывод, что природоохранная функция экологических платежей пока недостаточно реализована в части компенсации экологического ущерба окружающей среде. Зачастую платежи имеют схожий объект взимания или не выполняют в полной мере свое назначение. Это говорит о необходимости системного пересмотра подходов к их реализации. Очевиден приоритет для государства фискальной и регулирующей функций утилизационного сбора над обеспечением экологической безопасности как цели сбора, сформулированной в законе о его установлении. Плата за НВОС также не выполняет предназначение компенсации вреда природе. Понижающие коэффициенты не стимулируют предприятия проводить природоохранные мероприятия. На начало 2020 года из почти 180 тыс. плательщиков НВОС только 226 организаций и ИП (или 0,13%) смогли воспользоваться возможностью применить нулевой коэффициент при использовании наилучших доступных технологий. У

экологического и утилизационного платежей схожий объект взимания. Таким образом, не выполняя установленных задач, неналоговые платежи носят признаки налогов и являются бременем для производителей, которые вынуждены закладывать величины экологических сборов и затрат на утилизацию в цену конечного продукта.

Библиографический список

1. Макаренко Г.Л., Яконовская Т.Б., Тимофеев А.Е. Технологические, экологические и экономические аспекты комплексного освоения торфяных месторождений // Торф и бизнес. – 2008. – № 4(14). – С. 17-26. – EDN LXCPCA.

2. Яконовская Т.Б. Совершенствование экономического механизма управления промышленными предприятиями: специальность 08.00.05 "Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности, в т.ч.: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами; управление инновациями; региональная экономика; логистика; экономика труда; экономика народонаселения и демография; экономика природопользования; экономика предпринимательства; маркетинг; менеджмент; ценообразование; экономическая безопасность; стандартизация и управление качеством продукции; землеустройство; рекреация и туризм)": диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Яконовская Татьяна Борисовна. – Тверь, 2009. – 173 с. – EDN NQJJZR.

3. Березкина А.Ю., Яконовская Т.Б. Оценка экономической безопасности торфодобывающих предприятий // Современные технологии управления. – 2021. – № 2(95). – EDN CWUVWS.

4. Яконовская Т.Б. Предпосылки перехода на экологически чистые технологии разработки торфяных месторождений // Приоритетные направления развития науки и технологий: доклады XXXII международной научно-практической конференции, Тула, 15 марта 2023 года / Под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Издательство "Инновационные технологии", 2023. – С. 21-24. – EDN NSAVOL.

5. Макаренко Г.Л., Тимофеев А.Е., Яконовская Т.Б. Перспективы комплексного освоения торфяных месторождений (экологический, технологический и экономический аспекты) // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2010. – № 10. – С. 265-272. – EDN NDBLDN.

6. Яконовская Т.Б. Федеральные и региональные аспекты нормативно-правового управления торфяной отраслью РФ // Современное состояние экономики России и экономический механизм инновационного развития : сборник научных трудов I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Тверь, 09 октября 2012 года / Под редакцией Г.А. Александрова. – Тверь: ООО "СФК-офис", 2012. – С. 99-107. – EDN TKUELP.

7. Яконовская Т.Б. Экологическая безопасность промышленных предприятий // Современные технологии и инновации: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Тверь, 20 апреля 2022 года. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2022. – С. 108-112. – EDN WKZOOQ.

8. Яконовская Т.Б. Оценка нормативно-правовой базы экономического развития торфяной отрасли РФ // Проблемы управления в социально-гуманитарных, экономических и технических системах: Сборник научных трудов преподавателей, аспирантов, магистрантов,студентов факультета управления и социальных коммуникаций, посвященный 90-летию ТвГТУ / Тверской государственный технический университет. – Тверь: Издатель Кондратьев А.Н., 2013. – С. 98-104. – EDN VYCSTR.

9. Яконовская Т.Б. Геоинформационная аналитическая система "ГИС-торф" для торфодобывающего предприятия // Цифровая экономика и общество: Материалы II

научно-практической конференции, Тверь, 25 февраля 2022 года / Под редакцией А.Н. Бородулина. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2022. – С. 157-165. – EDN GXXAKJ.

10. Яконовская Т.Б., Жигульская А.И. Проблемы теории, методологии и практики налогообложения предприятий торфодобывающей отрасли Тверского региона // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: Науки об обществе и гуманитарные науки. – 2020. – № 2(21). – С. 121-127. – EDN GNWTOO.

УДК 504.4.054

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ УПА (2020-2022 ГОД)

Денисова В.Е.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

В данной статье анализируется экологическое состояние реки Упа, представлены результаты ежегодного мониторинга качества воды, а также рассматриваются причины ее загрязнения.

Ключевые слова: малые реки, загрязнения, экологическое состояние, качество воды

Тульская область расположена в центральной части Восточно-европейской равнины и охватывает площадь в 25,7 тыс. кв. км. Речная сеть включает в себя 1682 реки и ручья с общей длиной около 11 тыс. км., исходя из этого можно сказать, что речная сеть развита хорошо. Следует отметить, что реки, протекающие на территории Тульской области, являются малыми реками.

Одной из основных экологических проблем, с которой сталкивается Тульская область, является истощение водных ресурсов. Эта проблема непосредственно связана с высоким уровнем промышленного развития региона, износом водопроводных и канализационных сетей, а также недостаточной степенью очистки воды. Водоохранные зоны рек и прибрежные территории подвержены автомоечным комплексам, парковкам автомобилей и нелегальному складированию твердых бытовых отходов.

На территории города река Упа играет ключевую роль. Ее исток находится в селе Верхоупье, а она впадает в реку Оку недалеко от села Кулешово. На всем своем протяжении река Упа подвергается антропогенному воздействию промышленных предприятий, таких как ПАО

"Тулачермет", ПАО "Тульский оружейный завод", ОАО "АК Туламашзавод" и так далее.

Несмотря на то, что объем сточных вод, содержащих загрязнения, снижается с каждым годом (на 1,71% в 2020 г., на 1,25% в 2021 г., на 3,06% в 2022 г.,) качество воды ухудшается. Более подробная информация представлена в таблицах 1-2.

Таблица 1

Показатели водопотребления и водоотведения

Показатели	Ед. изм.	Показатели за 2020 год	Показатели за 2021 год	Показатели за 2022 год
Водоотведение в поверхностные водоемы, всего	млн.м^3	159,62	158,37	155,31
в том числе:				
нормативно - чистых	млн.м^3	4,13	2,3	5,44
нормативно - очищенных	млн.м^3	2,05	17,94	26,6
загрязненных сточных вод	млн.м^3	152,19	135,07	127,58
из них:				
без очистки	млн.м^3	3,73	3,54	2,46
недостаточно очищенных	млн.м^3	148,47	131,54	125,12
Сброшено сточных вод, содержащих загрязняющие вещества, в водные объекты	млн.м^3	154,25	153,01	154,18
Использовано воды, всего	млн.м^3	220,72	214,81	221,30
Объем оборотной и повторно – последовательно используемой воды	млн.м^3	2181,28	2046,44	2117,81
Объем бытового водопотребления	млн.м^3	88,11	85,96	88,47

Таблица 2

Данные о качестве воды

Створ	Данные о качестве воды по годам		
	2020	2021	2022
Упа (п.Ломинцевский)	4А	3А	3А
Упа (г.Тула)	4А	3А	3Б
Упа (д.Кулешово)	3Б	3Б	3А
Упа (д.Орлово)	3Б	3Б	3Б

Исходя из таблицы видно, качество воды р.Упа (п. Ломинцевский) в створе уже, на протяжении двух лет , находится в разряде 3А «Загрязненная». Наблюдается также превышения ПДК по 6-7 показателям из 14. Максимальные показатели загрязненности отмечаются по меди, органическим веществам по $БПК_5$ и ХПК и нитритному азоту. Загрязненность по этим показателям классифицируется как характерная среднего (по $БПК_5$) или устойчивая низкого уровня. Содержание растворенного в воде кислорода не опускалось ниже 12,5 мг/дм^3 .

По сравнению с 2021 годом, качество воды р. Упа (г. Тула) в фоновом створе ухудшилось и перешло из разряда 3А «Загрязненная» в 3Б «Очень загрязненная», в створах 1,3 км ниже впадения р. Воронка и замыкающем створе осталась прежней - 4А «Грязная». Наблюдаются превышения ПДК по 8-9 показателям из 14. Максимальные показатели загрязненности водотока в фоновом створе отмечаются по органическим веществам по $БПК_5$, нитритному азоту, загрязнённость которыми классифицируется как характерная среднего уровня. В обоих контрольных створах основное влияние на качество воды оказывают органические вещества по $БПК_5$ и ХПК, нитритный и аммонийный азот, загрязнённость которыми относится к характерной среднего и низкого уровня. Содержание нитритного азота немного увеличилось на всем участке. Содержание нефтепродуктов уменьшилось во всех створах.

Далее по течению р. Упы (д. Орлово – д. Кулешово), качество воды стабильно на участке дер. Орлово - 3Б «Очень загрязненная», в дер. Кулешово - 3А «Загрязненная». Наблюдаются превышения ПДК по 7-5 показателям из 14. Максимальные показатели загрязненности отмечаются на всём участке и в значительной мере их вносят $БПК_5$, нитритный азот, загрязнённость которыми является характерной среднего уровня, а также ХПК, аммонийный азот, загрязнённость которыми является характерной низкого уровня. По фенолам не было превышений ПДК, стабильным осталось количество нефтепродуктов в створе д. Кулешово. Кислородный режим удовлетворительный, его содержание – 10,2 мг/дм3.

В целом по Тульской области доля проб воды в источниках централизованного питьевого водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, составила 23,7% (в 2020 г. – 24,0%, 2021г. – 23,1%), не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, составила в 2022 году 2,8% (в 2020 г. – 1,8%, 2021 г. – 1,7%).

Основным источником загрязнений в р.Упа, является ОАО «Тулагорводоканал», по примерным оценкам, сброс составляет около 85% от общего сброса загрзняющих веществ. Расчетная производи-

тельность сточных вод составляет 185 тыс. м3/сут, расчетное количество сброженного осадка- 434м3/сут, расчетное количество избыточного активного ила 2080,5м3/сут. В настоящее время очистные сооружения работают в режиме перегрузки, так как иловые площадки полностью заполнена. К 2025 году планируется реконструкция очистных сооружений канализации города Тулы, в том числе строительства цеха механического обезвоживания осадка (ЦМО) и вспомогательных сооружений. В рамках реконструкции предусмотрено:

- обеспечение механического обезвоживания осадка с влажностью обезвоженного осадка не менее 78%;
- возможность использования для промывки оборудования ЦМО техническую воду из канала отвода очищенных сточных вод;
- транспортировка обезвоженного осадка на иловые площадки. На иловых площадках для хранения обезвоженного осадка оснащение дренажной системой.

Исходя из вышеизложенного, следует, что в черте города река Упа подвергается значительной антропогенной нагрузке, а общее ее состояние можно назвать удовлетворительным. Одной из причин этого является недостаточная очистка сточных вод, а также загрязнение поверхностных водных объектов дождевыми и талыми водами. Притоки реки Упа, такие как река Тулица, река Воронка, Комаркинский ручей и Клюковский ручей, также содержат большое количество загрязнений, которые поступают от промышленных сточных вод, и являются источниками загрязнения реки Упа.

Основными загрязняющими веществами являются аммонийный и нитратный азот, медь, взвешенные вещества и другие. Поступление трудноразлагаемых органических веществ приводит к увеличению показателей биохимического потребления кислорода (БПК), что свидетельствует о низком качестве воды. Кроме того, отсутствие наблюдений за неорганизованными источниками загрязнения водного объекта и недостаточность комплексного мониторинга факторов, влияющих на качество воды, также оказывают негативное воздействие на состояние реки.

Библиографический список

1. Доклад об экологической ситуации в Тульской области за 2020 год. Электронный ресурс: https://tularegion.ru/obshchestvo/ekologiya/

2. Доклад об экологической ситуации в Тульской области за 2021год. Электронный ресурс: https://tularegion.ru/obshchestvo/ekologiya/

3. Доклад об экологической ситуации в Тульской области за 2022год. Электронный ресурс: https://tularegion.ru/obshchestvo/ekologiya/

УДК 628.473.64

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Ракша А.И., Ковалев Р.А.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Переработка отходов от животноводческих предприятий на сегодняшний день не ведется, поскольку нет в России разработанных технологических линий. Отходы для данных предприятий являются затратным компонентом, поскольку в рамках 89 ФЗ они обязаны отчитываться и оплачивать счета за хранение отходов.

Ключевые слова: электроактиватор процессов, экологическая нагрузка, процесс обеззараживания.

Переработка отходов животноводческих предприятий в безопасные природные и высокоэффективные удобрения решают две задачи – экономическая выгода в виде минимизации платежей за хранение отходов и сброса загрязненных сточных вод, а так же недопущение развития заболеваний животных при выпасах на пастбищах, вследствие гарантированного уничтожения патогенных микроорганизмов в удобрениях, вносимых на поля, полученных из переработанного навоза.

Требования ГОСТа Р 53117–2008 распространяются на органические удобрения, производимые на основе органических отходов животного происхождения и предусматривают соблюдения допустимых концентраций по следующим параметрам:

1. Массовая концентрация примесей отдельных токсичных элементов (валовое содержание), мг/кг сухого вещества, не более:

– свинца – 130,0;
– кадмия – 2,0;
– ртути – 2,1;
– мышьяка – 10,0.

2. Массовая концентрация примесей отдельных токсичных элементов (валовое содержание), мг/кг сухого вещества, не более:

– ГХЦГ (сумма изомеров) – 0,1;
– ДДТ и его метаболиты – 0,1.

3. Индекс санитарно – показательных микроорганизмов, клеток/г:

– Колиформы – 1-9;
– Энтеробактерии – 1-9.

4. Не допускается наличие патогенных и болезнетворных микроорганизмов, клеток/г, в том числе энтеробактерий (патогенных сероварианторов кишечной палочки, сальмонелл, протеи), энтерококков (стафилококков, клостридий, бацилл), энтеровирусов.

5. Не допускается наличие жизнеспособных яиц и личинок гельминтов, экз./кг, в том числе нематод (аскаридат, трихоцефалов, стронгилят, стронгилоидов), тремотод, цестод.

6. Не допускаются цисты кишечных патогенных простейших, экз./100 г.

Технические решения по работе установки при обеззараживании биологических масс на основе воздействия переменных магнитных полей электроактиватора процессов опубликованы в ряде научных изданий. Способ повышения эффективности биологической и физико–химической переработки отходов животноводческих предприятий требуют дополнительных исследований и разработки методологии.

Основной отличительный признак методологии – возможность выбора новых высокоэффективных технологии обеззараживания отходов животноводческих предприятий с целью снижения экологической нагрузки на окружающую среду с использованием отечественных технологий использования установок электроактивации процессов с повторением опытов для установления оптимальных параметров процесса.

Разработка технологии и получение рациональных параметров работы установки электроактивации процессов позволит решить важную задачу сельхозпроизводителей и далее переработку отходов животноводческих комплексов по уничтожению опасных микроорганизмов и переводу отходов в форму безопасных для внесения в почву природных удобрений.

Научные перспективные направления могут быть соорентированы на очистку жидких стоков и переработку продуктов питания за пределами их сроков годности для своевременной безопасной утилизации.

Широко используемые в настоящее время технологии и оборудование для обезвреживания стоков применяют многоступенчатые способы очистки: реагентная обработка, коагуляция, аэрация, отстаивание, фильтрация, обезвреживание шламов и т.д., для обеспечения которых необходимы здания, система отстойников–прудов, биологическая доочистка, фильтрация и т.д. Эти процессы идут медленно и поэтому размеры оборудования очень велики, материало– и энергоемки. Но самое

главное, они не обеспечивают необходимого уровня очистки и предельно допустимой концентрации опасных элементов и соединений (ПДК).

Важным обстоятельством, ухудшающим технико–экономические показатели нейтрализации, являются низкая удельная энергетическая насыщенность рабочих зон оборудования очистных сооружений всех типов. Недостаток энергии определяет невысокие скорости физико–химических реакций. Интенсифицировать диффузию в аппаратах обычного типа затруднительно. По существу, известны только термическая активация процессов и механическое перемешивание. Но их возможности ограничены.

Следовательно, интенсификацию производственных процессов, используя традиционные технологии и оборудование осуществить затруднительно, а увеличить объем перерабатываемых стоков можно только за счет увеличения количества оборудования. С другой стороны, – приходится тратить большое количество энергии и ресурсов для осуществления глубокой очистки. Причем, их количество таково, что вполне сопоставимо с затратами на основное производство.

Традиционная переработка жидкого навоза – прежде всего его гомогенизация, то есть усреднение состава путем перемешивания различными способами, затем длительная выдержка в навозохранилищах для обезвреживания и вывоз на поля. Однако существующие способы гомогенизации не обеспечивают длительность равномерного распределения всех компонентов в общей массе. При традиционной технологии гомогенизации действует всего один фактор – перемешивание. При использовании аппаратов с перекрещивающимися магнитными полями действуют несколько факторов:

1. Перемешивание.
2. Измельчение твердой фазы.
3. Обеззараживание.
4. Уничтожение семян сорных растений.

На рисунке 1 представлена установка по электроактивации процессов.

В рабочей зоне реактора все процессы идут одновременно.

Установлено, что после обработки полужидкий навоз вообще не расслаивается в течение 2–3 недель, а сам характер разделения приобретает новый порядок. Отсутствует верхняя корка из всплывших частиц, на дно опускается практически вся масса твердых частиц, образуя осадок. Жидкость приобретает прозрачность, правда, после сравнительно длительной, выдержки, что обычно не наблюдается при выдержке в навозохранилищах.

Рис. 1. Установка по электроактивации процессов

Измельчение твердой фазы одновременно с перемешиванием происходит с большой интенсивностью и скоростью в проточном режиме.

Традиционно для обеззараживания отходов животноводческих комплексов используют хранилища жидкого и полужидкого навоза, в которых проходят биохимические реакции, вследствие которых внутри поднимается температура. В результате в навозе резко снижается содержание болезнетворной микрофлоры и гельминтов. Однако все же существует опасность возникновения инфекционных заболеваний, появления возбудителей и эпидемий.

В случае обработки в аппаратах с перекрещивающимися магнитными полями уничтожение микрофлоры проходит еще в рабочей зоне аппарата. Гельминты и их яйца уничтожаются в основном магнитогидродинамическими ударами и активным воздействием среды. Микрофлора уничтожается комплексно, за счет магнитогидродинамических ударов, интенсивного вращения потока жидкой фазы и сильно ионизированной среды. Введение добавок, которые, диссоциируя, дополнительно ионизируют навоз, весьма способствуют ликвидации микрофлоры. Выполнение комплекса исследований для каждой группы отходов позволит получить закономерности, позволяющие разработать регламент максимально эффективной работы установки.

Статья опубликована в рамках предоставления гранта ДС/131/СТС1/23/ТО правительства Тульской области в 2023 году («Снижение экологической нагрузки на окружающую среду за счет применения установки электроактиватора процессов при обеззараживании отходов животноводческих предприятий Тульской области»).

Библиографический список:

1. Ковалев Р.А., Иванков Д.И., Горелышев А.В. Основы электроники и резонансный метод воздействия на структуру материалов// 16–ая Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Сборник материалов, том 1, Минск–Тула–Донецк, 2020, с. 287–291.

2. Ковалев Р.А., Киреева А.С. Использование аппаратов с электромагнитным вихревым слоем для утилизации отходов и сточных вод животноводческих комплексов птицеводческих фабрик //16–ая Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Сборник материалов, том 1, Минск–Тула–Донецк, 2020, с.192–195.

3. ГОСТ Р 53117-2008 «Национальный стандарт Российской Федерации. Удобрения органические на основе отходов животноводства».

УДК 911.8

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС ГОРОДА И ПРОЕКТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕГО БЛАГОУСТРОЙСТВУ(НА ПРИМЕРЕ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА ТУЛА)

Кузюкова О.В.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассмотрено понятийное содержание терминов экологический каркас, природный каркас, выявлен экологический каркас г. Тулы, представлен фрагмент благоустройства элемента экологического каркаса.

Ключевые слова: экологический каркас, особо охраняемые природные территории, биологические коридоры.

Город – это неустойчивая искусственная система неспособная функционировать отдельно от окружающей ее природы, возникающая, существующая и развивающаяся на природных ландшафтах и даже на стадии мегаполиса не утрачивающая зависимости от своего базиса (природного ландшафта).

Впервые в отечественной литературе термин «экологический каркас»(далее – ЭК) упомянут в 1980-е гг. в работах В.В. Владимирова, в которых ЭК определен как система природных комплексов особой экологической ответственности и рекомендуется с учетом него производить урбоэкологическое зонирование территории. Одновременно в работах П. Каваляускас (1985 г., 1988 г.) обосновывалась необходимость выделения такого каркаса на природных территориях. В 1990–2010-х гг. использовались и используются также словосочетания-синонимы — «природный каркас» (Н.Ф. Реймерс, 1990 г.; Н.А. Соболев, 1999 г.), «природоохранный каркас» (Тишков, 1995 г.), «природно-экологический каркас» (Гриднёв, 2011 г.). Подробный анализ общих черт и различий понятий ЭК, экологический каркас территории, природный каркас, зеленый каркас, ландшафтно-экологический каркас, биосферный каркас,приведен в работе А.А.Пономарева и др. (2012 г.). Практической реализацией подобных подходов, в значительной степени основанных на биогеографических принципах охраны природы (Noss, 1988 г.), стала индикативная схема ЭК Российской Федерации (Соболев и др., 2015 г.).

Понятие каркас используют в различных областях науки и техники, в том числе данный термин часто встречается в географии. Само понятие каркас происходит от французского слова carcasse– скелет [3].

Важная роль в развитии концепции каркаса принадлежит Б.Б. Родоману, который, опираясь на работы немецкого географа Вольтера Кристаллера, на основе своих наблюдений в московском столичном регионе и смежных областях центра Русской равнины сформулировал теоретическое представление о «поляризованном ландшафте» как об универсальном механизме пространственной сегрегации урбанизированных и охраняемых природных территорий (ОПТ) с целью сохранения биоразнообразия и рекреационных ресурсов [3].

Концепция Б.Б. Родомана была развита В.В. Владимировым, который утверждает, что экологическое равновесие может быть сохранено путем обоснованного соотношения различных территорий – от крайне урбанизированных до охраняемых природных ландшафтов. В.В. Владимиров предложил концепцию «пространственной структуры экологического каркаса расселения», включающего систему функциональных зон: центральное ядро, зону ограниченного развития, преимущественного развития, активного хозяйственного освоения, экологического равновесия, буферную и компенсационную. Природные составляющие экологического каркаса расселения автор назвал природным каркасом [2].

Экологический каркас образуют особо охраняемые природные территории (ООПТ) и соединяющие их биологические коридоры. Особо охраняемые природные территории – участки суши или водной поверхности, где располагаются природные комплексы и объекты, имеющие особое природоохранное, научное, культурное и рекреационное значение (для восстановления биологического разнообразия). ООПТ полностью или частично изъяты из хозяйственного использования; для них установлен особый режим охраны. Биологические коридоры – это долины рек с сохранившимися участками естественных растительных сообществ, которые дают животным возможность проникать в город. Биологические коридоры соединяют особо охраняемые природные территории в общую систему (экологический каркас).

В российской научной литературе немного работ, в которых рассмотрены научные основы взаимного сопряжения особо охраняемых природных территорий (далее -ООПТ), составляющих основу ЭКстраны и системы сложных ЭК городов. Это, возможно, связано с разной «ведомственной» принадлежностью каркасов, поскольку схемы развития ООПТ разрабатывают в основном биологи и экологи, а развитие городов — прерогатива архитекторов и территориальных планировщиков.

Из анализа вышеназванного следует, что экологический каркас – это вся территориальная совокупность геосистем (естественного и искусственного происхождения), выполняющих специфические фикции по поддержанию экологического равновесия в регионе и отличающихся:

- интенсивностью природных комплексов (уникальностью, репрезентативностью и/или разнообразием);
- способностью существенно влиять на экологические параметры среды в регионе (средообразующая функция);
- исключительностью природно-ресурсного потенциала (наличие ключевых местообитаний ресурсно-ценных видов биоты, наличию зон формирования водного стока, эстетической ценностью) и др.

В современной мировой практике городского планирования все более активно внедряется более широкий подход к синтезу средостабилизирующей территориальной системы — так называемой зеленой инфраструктуры (ЗИ), под которой понимается не только набор парковых, озелененных и особо охраняемых природных территорий (ООПТ), но вся совокупность незастроенных и незапечатанных пространств в пределах городской черты. Обоснование такого подхода, в свою очередь, базируется на более конкретном понимании экосервисных функций, поскольку любые свободные от застройки и незапеча-

танные поверхности способны благоприятно воздействовать на формирование речного стока с городских территорий, регулировать процессы образования городского микроклимата и т. д. Данный подход, с одной стороны, значительно расширяет наше понимание возможностей оптимизировать городскую среду, с другой — усложняет саму процедуру управления городским ЭК, не ограничивая последний исключительно охраняемыми и/или озелененными природными территориями (это актуально для крупнейших городов России, в которых в настоящее время проживает 22 % населения страны и которые экономически стимулируют развитие своих регионов).

В ходе теоретических исследований опыта проектирования как в отечественном градостроительстве, так и зарубежном определено содержание и разработаны методические подходы к выявлению природно-экологического каркаса для городской, в процессе общего территориального планирования. Предлагаемые подходы основаны на комплексном градостроительном анализе и взаимоувязывании природно-экологической, транспортной и инженерной структур, включая застройку территории, что создает основу для формирования модели устойчивого функционирования территории. Посредством разработки природно-экологического каркаса находятся компромиссы и обозначаются приоритеты пространственного развития территории на основе сохранения качественной окружающей среды.

В качестве объекта исследования выбрано муниципальное образование город Тула.

В генеральном плане города Тулы разработана планировочная концепция развития природного каркаса территории и системы озеленения города, определены границы природно-рекреационных территорий, проведена их классификация и установлены основные требования по режиму использования и охраны.

Природный каркас Тулы выполняет важнейшие природоохранные, рекреационные, оздоровительные и ландшафтообразующие функции, включает различные по своему функциональному назначению территории природного комплекса:

- особо охраняемые природные территории;
- городские зеленые насаждения - парки, скверы, сады, бульвары;
- леса зеленой зоны города, городские лесопарки;
- ландшафты водных пространств - озелененные долины малых рек и ручьев, озер, искусственных водоемов;
- зоны спортивно-парковых комплексов, зоны отдыха;
- ландшафты открытых пространств - луга и др.;

- озелененные территории ограниченного пользования и специального назначения (озеленение улиц, лечебно-оздоровительных учреждений и пр.).

Основу природного каркаса территории составляют особо охраняемые природные объекты, для которых установлен специальный режим хозяйственной деятельности. Генеральным планом предусмотрены мероприятия по сохранению существующих особо охраняемых природных территорий. Озеленение города должно составлять единую система озелененных территорий и открытых пространств - лесопарков, парков, озелененных набережных, скверов, садов, бульваров, рекреационных и парковых зон, связанных с окружающими город лесами зеленой зоны.

В ходе исследования изучены предпосылки формирования экологического каркаса города Тулы при ландшафтно-географическом подходе;проведена комплексная оценка природной среды города, подверженной антропогенной динамике, для формирования экологического каркаса; проанализировано размещение зелёных насаждений на территории города как основных реперов экологического каркаса, выполняющих основную экологическую нагрузок; разработан план основных мероприятий, при помощи которых будет спроектирован экологический каркас города. Новизна исследования заключается ванализе структуры и динамики городских ландшафтов; выявлении и определении роли различных функциональных блоков экологического каркаса в структуре города; разработке основных мероприятий, направленных на реабилитацию экологического каркаса города (формировании основных блоков экологического каркаса города, разработке проекта развития парковой зоны). Проектные наработки могут быть использованы при конструировании целостной системы озеленения города Тулы и разработке соответствующих разделов Генерального плана г. Тулы.

Приисследовании системы рекреационных зон города Тулы установлено, что важное место занимает природный комплекс ручей Щегловский - один из правых притоков р. Упы, впадающий в нее в пределах современной Тулы (рис.1). Щегловский ручей являетсябиологическим коридором, по руслу которого поступают воздушные массы от Щегловской засеки в город. Несмотря на это в настоящее время он находится в неудовлетворительном санитарном состоянии, сильно загрязнен сточными водами и бытовым мусором.

Целью обустройстваэлемента экологического каркаса - Щегловского ручья является создание на прилегающей территории как парка

культуры и отдыха, так и пешеходно-туристической трассы.Данная территория призвана выполнять следующие основные функции:

-обеспечение беспрепятственного доступа, в т.ч. маломобильной части населения близлежащих территорий, к объектам инфраструктуры;

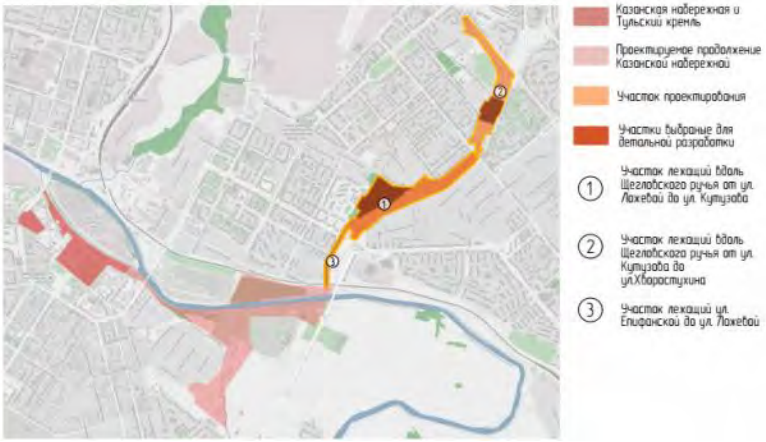


Рис. 1. Ситуационный план объекта проектирования

-обеспечение условий круглогодичных прогулок и физического отдыха;

-организация безопасного пространства для игр детей школьного и дошкольного возрастов;

-создание возможности организации и проведения зрелищных культурно-просветительных и спортивных мероприятий;

- возможность организации на спортивных площадках мероприятий как местного, так и регионального значения;

- позитивное влияние на внешнюю окружающую среду, путём снабжения атмосферы кислородом, что вызовет улучшение параметров теплового и влажностного режимов микрорайона и города в целом;

- удовлетворение потребности в общении с природой, созерцании.

Таким образом, создаваемый объект призван стать не только местом отдыха, проведения культурных и спортивных мероприятийдля жителей прилегающих микрорайонов, но иобеспечить удобную пешеходную связь между святым источником великомученика целителя

Пантелеймона, ЖК “Парус”, Северо-Восточных микрорайонов с центральной частью города, что снизит транспортную нагрузку на одном из проблемных направлений (рис.3, рис.4, рис.5).

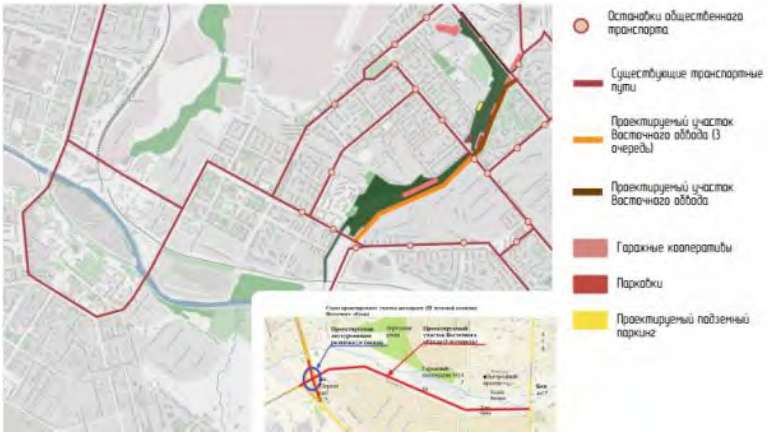


Рис.2. Схема транспортной инфраструктуры

Рис. 3. Генеральный план объекта проектирования

Рис. 4. Функционально-планировочная схема фрагмента объекта проектирования - Березовой рощи

Рис.5. Визуализация благоустройства территории (фрагмент)

Решение проблемы взаимодействия городского и природного ландшафтов возможно лишь путем интегрированного участия многих областей знания, видное место среди которых занимает география и градостроительство.

Библиографический список

1. Владимиров В.В. Актуальность предпосылки экологического программирования в районной планировке // Вопросы географии. – М.: Мысль, 1980. - №113. - С.109-117.

2. Владимиров В.В. Расселение и окружающая среда. – М.: Стройиздат, 1982. – 228 с.

3. Пономарев А.А., Байбаков Э.И., Рубцов В.А. Экологический каркас: анализ понятий // Ученые записки Казанского университета. Естественные науки. Том 154, кн.3. 2012.

4. Родоман Б.Б. Поляризация ландшафта как средство сохранения биосферы и рекреационных ресурсов // Ресурсы, среда, расселение. – М.: Наука, 1974. – С. 150-162.

5. Соболев Н.А. Предложения к концепции охраны и использования природных территорий // Охрана дикой природы. – 1999. - №3. – С.20-24.

КАДАСТР, ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 528.44

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И УЧЕТ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И НЕКОТОРЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

Клюшниченко В.Н., Лебедев Н.Д., Загидуллина К.Р.
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия

Рациональное использование сельскохозяйственных земель влияет на продовольственную безопасность государства. Во многих странах мира увеличивается количество неиспользуемых сельскохозяйственных земель, из-за отсутствия необходимой инфраструктуры. В работе приведены данные об использовании земель некоторых зарубежных стран. Сделаны выводы о целесообразности применения опыта зарубежных стран в области ведения сельского хозяйства на территории Российской Федерации.

Управление земельным фондом, ориентированное на создание правовых, экономических, социальных и организационных условий развития земельных отношений является приоритетным направлением. Управление земельным фондом включает систему предоставления земельных участков гражданам и юридическим лицам и защиту прав на объекты недвижимости [1-3].

Земля является ограниченным природным ресурсом, поэтому в условиях возрастающего спроса целесообразно учитывать зарубежный опыт в сфере земельных отношений [4-7]. Российская Федерация обладает огромными территориями, однако процедура использования земель сельхозназначения требует совершенствования [8, 9].

Целью работы является сравнительный анализ предоставления и использования земель сельскохозяйственного назначения в некоторых зарубежных странах.

К землям сельскохозяйственного назначения относятся земли, находящиеся за границами населенных пунктов и предоставленные для ведения сельскохозяйственной деятельности, такие как угодья, земельные участки под коммуникациями, внутрихозяйственными объектами, лесными насаждениями, строения для производства и хранения сельскохозяйственной продукции.

Территория зарубежных стран по сравнению с Российской Федерацией незначительна. Небольшая территория требует рационального использования земель сельскохозяйственного назначения. Ниже приведены сведения об использовании земель сельскохозяйственного назначения в Германии, Италии, Дании, США и Японии.

Площадь сельскохозяйственных земель в Германии в 1969 году составляла 19,2 млн. га, а в 2018 году всего 16,76 млн. га, сокращение происходит по причинам: развития городской инфраструктуры, площадь которой ежегодно увеличивается на 45 тыс. га; утраты знания и навыков в сфере ведения сельскохозяйственных работ из-за ежегодной убыли 4 тыс. ферм; возросшая необходимость в рабочих в отраслях не связанных с сельским хозяйством.

В Германии ведение кадастра считается одним из самых успешных, а земельное законодательство доведено до совершенства [10-12]. Немецкий земельный кадастр предоставляет информацию о гражданско-правовых правоотношениях, правах собственности и вещных правах третьих лиц на объекты. Учет земель осуществляется в Поземельной книге, которая включает данные о владельцах, их правах и обременениях.

Более половины площади Германии, около 51%, занимают сельскохозяйственные угодья, приблизительно 30% отведено под лесные массивы. Площадь населенных пунктов, промышленных объектов и различного рода инфраструктура занимает 14%. Сельскохозяйственное производство Германии включает две системы: семейные фермы, расположенные в западной части государства; крупные корпоративные фермы в восточной части страны. Пастбища занимают 28% сельскохозяйственных угодий, а средний размер фермы составляет около шестидесяти гектар.

В Германии федеральным законодательством установлено главенство фермерских предприятий и крестьянских хозяйств. Соблюдение экологических требований при использовании земли – основное требование. Более половины сельскохозяйственных угодий обрабаты-

вается по договорам аренды. Продажа и покупка сельскохозяйственных земель регистрируется в территориальном сельскохозяйственном органе.

Площадь, занятая сельскохозяйственными угодьями в Италии, составляла в 1969 году 20,23 млн. га, а в 2018 году она составила 12, 42 млн. га, то есть уменьшилась почти в два раза. Итальянские земельные реестры ведут территориальные агентства под контролем Министерства экономики и финансов. Реестры предоставляют информацию об актах передачи права собственности и других прав на землю, а также о выдаче и списании ипотечных кредитов. При покупке земель предпочтение отдается арендаторам сельскохозяйственных угодий и фермерам.

Площадь Дании составляет 42 933 квадратных километров, более шестидесяти процентов земли относится к землям сельскохозяйственного назначения. Площадь сельскохозяйственных угодий уменьшилась незначительно с 2,99 млн. га в 1969 г. до 2,39 млн. га в 2018 г. Кадастровая система аналогична немецкой, система государственного управления функционирует слаженно и направлена на защиту сельскохозяйственных земель. Основной доход Дании – экспортируемая сельхоз продукция. Тем не менее, за период с 1920 года по 2015 год площадь, занятая сельскохозяйственными угодьями, сокращена на 0,6 млн. га, сельскохозяйственное производство высокоэффективно и достигается профессиональной подготовкой фермеров, оперативной адаптации производства к рыночной ситуации, стимулированием развития эффективности фермерских хозяйств.

В Соединенных Штатах Америки в 2010 году площадь фермерских хозяйств составляла около 366 млн. га, в 2021 году – 358 млн. га, на долю сельскохозяйственного производства, отводится 52% земельных ресурсов, на 2017 год существенная часть фермерских земель в США, около 60%, находится в собственности владельцев. В некоторых штатах запрещено предоставления фермерских земель лицам без сельскохозяйственного образования, продажа сельскохозяйственных земель иностранцам, функционируют специальные сельскохозяйственные суды по соблюдению обязательств землепользователей и землевладельцев земель сельхозназначения.

Япония занимает десятое место в мире по населению и 24 место по его плотности. Площадь сельскохозяйственных земель снижалась с 6,6 млн. га в 1969 году до 4,41 млн. га в 2018 году, страна теряет земли сельскохозяйственного назначения вследствие снижения цен на продукцию сельского хозяйства, и ухода фермеров из этой сферы дея-

тельности. В стране сельскохозяйственные земли запрещено переводить и использовать в других сферах.

В Российской Федерации только 13,2% земель принадлежит к землям сельхозназначения, существуют участки с дорогами и полосами отчуждения, участки под хозяйственными строениями, земли под лесополосами, пастбища, сенокосы, пашни, залежные земли, сады.

Приказ Росреестра № П/0412 от 10.11.2020 установил список видов разрешенного использования, который включает двадцать видов земель сельскохозяйственного назначения. Правила использования таких земель установлены Земельным кодексом, а также законом об обороте земель сельскохозяйственного назначения.

Для продажи или аренды сельхозугодий требуется разрешения сельскохозяйственного комитета и губернатора. Учет и наблюдение за состоянием земель сельхозназначения реализуется в процессе: ведения кадастра и систематизации сведений о правовом режиме земель, их распределении по собственникам, землевладельцам, землепользователям и арендаторам; мониторинга земель в сфере использования земель сельхозназначения; выявления земель сельхозназначения, которые выведены из хозяйственного оборота или используются не по целевому назначению. Организация ведения Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) возложена на Росреестр и его территориальные органы.

Правительство РФ при участии Минсельхоза разрабатывает и реализует федеральные программы по рациональному использованию земель сельхозназначения, повышению плодородия почв, охране земельных ресурсов, созданию фонда перераспределения земель.

Государственный земельный надзор осуществляется специально уполномоченными государственными органами:

- Росреестр контролирует выполнение требований земельного законодательства о недопущении самовольного занятия и обмена земельными участками, порядок использования земель по целевому назначению;
- Россельхознадзор следит за мероприятиями по восстановлению плодородного слоя, предотвращению ухудшения состояния земель вследствие использования опасных для здоровья населения и окружающей среды отходами производства и потребления;
- Росприроднадзор контролирует вопросы рекультивации земель и охране почв от ветровой, водной эрозии, а также предотвращению других процессов, ухудшающих качественное состояние земель;

- Росстат отражает статистические данные об использовании земель сельхозназначения по субъектам федерации и в целом по России.

В Российской Федерации в 2010 году площадь земель сельскохозяйственного назначения составляла 393,5 млн. га, к 2020 году площадь уменьшилась до 380,3 млн. га, потеря составила – 13,2 млн. га.

Основные причины неиспользования земель сельскохозяйственного назначения: раздел земельно-имущественного комплекса, низкая налоговая ставка на сельскохозяйственные земли, ухудшение состояния плодородия почв. В Российской Федерации на 2020 год площадь неиспользуемых земель сельхозназначения составляла 44,93 млн. га, это 11,8% от общей площади земель сельхозназначения. Среди федеральных округов Российской Федерации первое место по неиспользуемым землям сельхозназначения занимает Сибирский федеральный округ, в котором доля неиспользуемых земель составляет 17%.

Исходя из опыта зарубежных стран и статистическим данным создание системы информационно-консультативного обслуживания сельскохозяйственных товаропроизводителей – своевременная и весьма актуальная задача для нашей страны.

В зарубежных странах активно ведется работа по восстановлению брошенных земель сельскохозяйственного назначения, путем выращивания на них лесных массивов, однако в России данный вопрос находится на стадии обсуждения [13]. Площадь заброшенных земель сельскохозяйственного назначения пригодных для зарастания оценивается примерно в 76 млн. га, к началу 30-х годов эта площадь превысит 100 млн. га.

Выводы и предложения.

Штрафы и наказания не обеспечивают развитие и не улучшают продовольственную безопасность, а вынуждают население отказываться от своей земли и уезжать в города. За последние 35 лет занятость в российском сельском хозяйстве сократилась примерно вчетверо. Без перспектив развития остались десятки тысяч деревень и поселков: 20 тысяч из них полностью исчезли.

В конце 2021 года Правительство приняло государственную программу «Новой Целины», которая нацелена на возвращение в сельскохозяйственный оборот более 13 млн. га заброшенных земель сельскохозяйственного назначения, что соответствует программе освоения целинных и залежных земель в 1950-х годах. Программа предусматривает возвращение сельхозземель в оборот путем:

- постановки на государственный кадастровый учет неиспользуемых земель из состава земель сельскохозяйственного назначения в отношении не менее чем 12000 тыс. га до конца 2030 года;

- вовлечения в оборот к концу 2030 года 5500 тыс. га сельскохозяйственных угодий за счет проведения культурно-технических мероприятий.

Однако при выполнении данной программы часть заброшенных сельхозземель площадью более 60 млн. га не будет возвращена. Выращивание леса на неиспользуемых землях сельскохозяйственного назначения, является огромным ресурсом и потенциалом для развития сельских территорий. Если хотя бы на 40 млн. га из ныне заброшенных земель выращивать лес, то это позволит изготавливать больше древесины, а также трудоустроить более ста тысяч человек.

Библиографический список:

1. О государственной регистрации недвижимости. Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ [Электронный ресурс] /Консультант Плюс - Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/ – Загл. с экрана.

2. Кадастр в системе управления недвижимым имуществом Кадастр [Электронный ресурс] – Электрон. дан. Москва 2017. - Режим доступа: https://studopedia.su/2_61762_obshchie-svedeniya-o-kadastre.html

3. Правовое обеспечение землеустройства и кадастров [Электронный ресурс] – Электрон. дан. Краснодар 2018. - Режим доступа: https://kubsau.ru/upload/iblock/c58/c581caccddfb9cdf130d6c9965966658.pdf – Загл. с экрана.

4. Кошкин, Л.И. Управление земельными ресурсами: опыт зарубежных стран / Л.И. Кошкин. – М.: ВШПП, 2004. - 520 с.

5. Митрофанова Н. О. О ведении кадастра недвижимости в Германии [Текст] / Н. О. Митрофанова, К. А. Омельченко // Вестник СГГА. – 2014. – Т.28. - №4. - С. 72 – 79.

6. Опыт ведения кадастра в зарубежных странах [Электронный ресурс] – Электрон. дан. Москва 2014. - Режим доступа: https://studfile.net/preview/2383872/page:74/ – Загл. с экрана.

7. Филиппова А.П. Зарубежный опыт функционирования кадастровых информационных систем // Земельный вестник России. – 2005. – № 1–2. – С.63–68.

8. Семочкин, В. Н. Проблемные вопросы организации использования земель и их охраны в Российской Федерации [Текст] В. Н. Семочкин, Н. И. Иванов, И. В. Семочкин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, 2010, № 6. – С. 52–56.

9. Современные проблемы землеустройства и кадастра [Электронный ресурс] – Электрон. дан. Ставрополь 2017. - Режим доступа: http://www.stgau.ru/company/personal/user/7115/files/lib/Современные%20проблемы%20землеустройства%20и%20кадастра/Методичка%20современные%20проблемы%20кадастра_print.pdf – Загл. с экрана.

10. Ведение кадастра в странах с немецкой системой [Электронный ресурс] – Электрон. дан. Москва 2016. - Режим доступа: https://lektsia.com/4x9cb9.html – Загл. с экрана.

11. Выписки из реестра недвижимости Германии [Электронный ресурс] – Электрон. дан. Москва 2017. - Режим доступа: https://schmidt-export.ru/выписки-из-

иностранных-реестров-недвижимости/выписки-из-реестра-недвижимости-германии – Загл. с экрана.

12. Выписки из реестра недвижимости США [Электронный ресурс] – Электрон. дан. Москва 2017. - Режим доступа: https://schmidt-export.ru/выписки-из-иностранных-реестров-недвижимости/выписки-из-реестра-недвижимости-сша – Загл. с экрана.

13. Ведение кадастра в странах с немецкой системой [Электронный ресурс] – Электрон. дан. Москва 2016. - Режим доступа: https://lektsia.com/4x9cb9.html – Загл. с экрана.

УДК 332.54: 332.6

О НАДЕЖНОСТИ МЕТОДИКИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ НЕДВИЖИМОГО ИМУЩЕСТВА

Клюшниченко В.Н., Лебедев Н.Д.
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия

Определяемая кадастровая стоимость недвижимого имущества формирует налогооблагаемую базу. Судебные разбирательства об оспаривании результатов кадастровой оценки не уменьшаются, что подтверждает ненадежность методики определения кадастровой стоимости, требующей совершенствования государственной кадастровой оценки. На основе отмеченных негативных аспектов даны рекомендации по совершенствованию существующей методики.

Государственная кадастровая оценка (далее – ГКО) недвижимого имущества важна, потому что является основой для формирования налогооблагаемой базы на объекты недвижимости граждан и организаций [1, 2]. Кадастровая оценка осуществляется в соответствии с федеральными законами, методическими указаниями, а также иными нормативными актами [3, 4].

Процесс ГКО является составной частью следующих действий: купля-продажа объекта или сдача его в аренду; акционирование предприятий и перераспределение имущественных долей; формирование налогооблагаемой базы; страхование объекта недвижимости; кредитование под залог объекта недвижимости; внесение объекта недвижимости в качестве вклада в уставный капитал предприятия; разработка инвестиционного проекта и привлечения инвесторов; ликвидация объекта недвижимости; передача прав наследования; разрешение имущественных споров в процессе судебного разбирательства.

Значение кадастровой стоимости существенным образом влияет на размер налога, который выплачивают физическое и юридическое лицо [5, 7, 8]. Поэтому зачастую возникают споры по результатам ее определения. Федеральный закон № 135 внес существенные поправки в предыдущее законодательство в сфере ГКО.

В соответствии с Федеральным законом «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» № 135-ФЗ, устанавливающий существенные поправки в сфере регулирования оценочной деятельности, определяет проведение ГКО вновь образованными государственными бюджетными учреждениями, что предполагает повышение ответственности за качество результатов оценки, получаемой на основе мониторинга рынка недвижимости и кадастровой деятельности. Изменение позволит свести к минимуму вопросы оспаривания результатов кадастровой оценки [9].

Вступивший в силу приказ «Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке» изменяет порядок ГКО в части выполнения оценочного зонирования и анализа исходных данных для ее проведения. Уполномоченные бюджетные учреждения при выполнении ГКО обязаны осуществлять сбор, анализ и учет информации. Анализ наименований ранее установленных видов разрешенного использования на наличие несоответствий классификатору – новое обязательство бюджетного учреждения. Анализ и систематизация способствуют подтверждению и приведению сведений о виде разрешенного использования в соответствие с реальными обстоятельствами и действующим законодательством [10 - 12].

В таблице 1 приведены результаты мониторинга судебных решений по оспариванию кадастровой стоимости объектов недвижимости [6].

Таблица 1

Сведения об оспаривании результатов кадастровой стоимости

Год проведения кадастровой оценки	Количество судебных исков	Удовлетворенных исков по оспариванию кадастровой стоимости		Неудовлетворенных исков по оспариванию кадастровой стоимости	
		Кол-во	%	Кол-во	%
2013	6190	4164	67,00	728	12,00
2018	16114	9283	58,00	829	5,00
2019	22373	12674	57,00	568	2,00
2020	20746	9737	47,00	437	2,00
2021	16548	9609	58,07	503	3,04
2022	14165	7526	53,13	393	2,77

Практически половина результатов кадастровой оценки подвергается оспариванию в суде, поэтому целесообразно доработать методику, а именно: установить перечень обязательных существенных факторов для объекта недвижимости; рассчитать и утвердить коэффициенты значимости каждого фактора; ранжировать факторы по их значимости. Перечисленное позволит не учитывать факторы, влияние которых на кадастровую стоимость незначительно, тем самым свести к минимуму время ее проведения.

Для каждого вида объекта недвижимости следует сформировать закрытый набор других значимых факторов. Для земельного участка в первую очередь учитывать местоположение, назначение, вид права и вид использования. Для объекта капитального строительства, кроме вышеперечисленных факторов, важны материал изготовления и дата сдачи объекта в эксплуатацию.

На качество ГКО существенным образом оказывает влияние отсутствие в Едином государственном реестре недвижимости достоверных и полных данных об объектах недвижимости, кроме того, несмотря на продекларированную достоверность содержащихся в нем сведений, все же существуют ошибки. Это в свою очередь обусловливает повышение процента оспаривания результатов кадастровой оценки.

Половина границ населенных пунктов не внесена в кадастр, в некоторых регионах границы земельных участков не установлены геодезическими методами – недостатки не позволяющие однозначно определить местоположение оцениваемого объекта, что снижает качество результатов ГКО.

При проведении ГКО публично-правовая компания «Роскадастр» использует необновляемые и неактуальные данные, что является одной из причин оспаривания полученных результатов.

Статистические сведения показывают, что в среднем за последние пять лет половина судебных исков по оспариванию результатов ГКО удовлетворены, следовательно получаемые результаты ГКО ошибочны.

Недостатки государственной кадастровой оценки.

Замена экспертизы отчета его опубликованием в Фонде данных государственной кадастровой оценки не позволяет заинтересованным лицам изучить нужную для них информацию, также установление сроков для утверждения отчета о результатах кадастровой оценки – причины увеличивающие вероятность возникновения судебных разбирательств. Главным критерием, обусловливающем недовольство граждан результатами кадастровой оценки, является неуклонное ее повы-

шение, несмотря на то, что характеристики объектов меняются только в худшую сторону, поскольку объект ветшает, почва становится менее плодородной и так далее.

Дискуссии в отношении рыночной и кадастровой оценки могут продолжаться бесконечно, и это будет сопровождаться недовольством владельцев недвижимого имущества. Выходом из данной ситуации может являться разработка системы основных характеристик и факторов, оказывающих влияние на стоимость конкретного объекта [13].

В таблице 2 приведены данные, подтверждающие необходимость совершенствования существующей методики ГКО [6].

Таблица 2

Сведения о кадастровой стоимости по результатам оспаривания

Год определения кадастровой стоимости	Кадастровая стоимость объектов до оспаривания результатов, млрд. руб.	Кадастровая стоимость объектов после оспаривания результатов, млрд. руб.	Снижение кадастровой стоимости, млрд. руб.	Процент снижения кадастровой стоимости, %
2014	3300,73	1471,71	1829,02	55,41
2018	1767,10	1048,90	718,20	40,60
2019	1745,99	964,20	781,79	44,80
2020	441,68	213,06	228,60	52,00
2021	539,20	289,70	249,45	46,26
2022	482,52	291,50	191,03	39,60

Из таблицы видно, что процент удовлетворения заявлений о пересмотре результатов кадастровой оценки значительный. На основании этого можно сделать утверждение, что действующая методика кадастровой оценки недвижимого имущества требует незамедлительной доработки. В противном случае количество судебных разбирательств будет увеличиваться, а социальная напряженность по вопросам оценки недвижимого имущества неуклонно возрастать.

Выводы и рекомендации.

Причиной ошибок определения кадастровой стоимости недвижимого имущества и значительное различие результатов между собой является проведение торгов, где право на проведение оценки получают не лучшие оценщики, а специалисты требующие меньшей оплаты за оценочные работы. Поэтому ошибки определения кадастровой стоимости недвижимого имущества необходимо связать со стоимостью объекта.

Закон направленный на совершенствование ГКО подписал президент России Владимир Путин 31 июля 2020 года [14]. Установленные изменения: действуют в пользу собственника в части изменения кадастровой стоимости; закрепляют проведение кадастровой оценки с периодичностью в четыре года, ранее объекты недвижимости оценивались несистематически, создавая неравные экономические условия; вводят личную ответственность должностных лиц за необоснованное завышение кадастровой оценки; упрощают досудебное оспаривание кадастровой стоимости; устанавливают непрерывный надзор Росреестра за проведением ГКО в части соответствия законодательству и методическим указаниям, размещение информации о выявленных нарушениях. Законодательные изменения направлены на расчет объективной кадастровой стоимости, то есть стоимости близкой к рыночной оценке, и на снятия бремени расходов с собственника недвижимости при снижении кадастровой стоимости.

Рост судебных разбирательств по оспариванию результатов оценки подтверждает целесообразность совершенствования методики ГКО. Таким образом, совершенствование методики государственной кадастровой оценки позволит:

– повысить надежность результатов кадастровой оценки;

– снизить количество обращений граждан в судебные органы по вопросам пересмотра кадастровой стоимости;

– сделать прозрачными процедуры кадастровой оценки;

– стабилизировать размер налогооблагаемой базы;

– повысить однозначность определения государственной кадастровой оценки недвижимого имущества путем установления предельной ошибки для каждой категории земель и вида недвижимого имущества;

– сократить процент оспаривания результатов кадастровой стоимости путем введения контроля ее результатов;

– установить перечень основных факторов и их значимость для проведения государственной кадастровой оценки каждого вида недвижимого имущества.

Количество удовлетворенных исков по оспариванию кадастровой стоимости составляет в среднем половину судебных исков. Следовательно практически у половины оцененных объектов недвижимости установлена некорректная кадастровая стоимость. По статистике кадастровая стоимость объекта недвижимости завышена – это значит завышены и налоговые выплаты, такое явление порождает социальную напряженность.

Для решения данной проблемы целесообразно разработать надежную и понятную для любого землепользователя или землевладельца методику государственной кадастровой оценки, которая будет содержать: перечень существенных факторов для объекта недвижимости, коэффициент значимости каждого фактора, требования по актуализации основных сведений для ГКО. Уменьшение количества судебных исков об оспаривании результатов кадастровой стоимости снизит социальную напряженность.

В странах Запада оспаривание кадастровой стоимости не превышает четырех процентов. Поэтому целесообразно учитывать опыт ведения кадастра и оценочных работ в зарубежных странах [15 – 18].

Библиографический список:

1. О государственной регистрации недвижимости: федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_ 182661.

2. Земельный кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 25.10.2001 № 136-ФЗ [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_ 33773.

3. Об оценочной деятельности в Российской Федерации: федеральный закон от 29.07.1998 № 135-ФЗ [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_ 19586.

4. Об утверждении Федерального стандарта оценки. Определение кадастровой стоимости (ФСО №4): Приказ Минэкономразвития России от 22.10.2010 № 508 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113247/5516bff264658622d8c24597a355e591df093fc5.

5. Налоговый кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 31.07.1998 № 146-ФЗ [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_ 19671.

6. Обобщенные сведения о рассмотрении споров о результатах определения кадастровой стоимости в комиссиях при территориальных органах Росреестра. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://rosreestr.gov.ru/activity/kadastrovaya-otsenka/rassmotrenie-sporov-o-rezultatakh-opredeleniya-kadastrovoy-stoimosti.

7. Ильиных, А. Л. Использование дифференцированных характеристик при вычислении кадастровой стоимости земель населенных пунктов с применением открытых геоданных / А. Л. Ильиных, А. О. Киселева, А. А. Колесников // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2015. – Т. 3, № 3. – С. 121-126.

8. Москвин, В. Н. Применение статистического анализа в процессе оценки недвижимости сравнительным подходом с учетом поправки на площадь / В. Н. Москвин, Е. А. Волкова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2013. – Т. 3, № 3. – С. 82-86.

9. Межуева, Т. В. О новых правилах проведения государственной кадастровой оценки земель / Т. В. Межуева // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2017. – Т. 3, № 2. – С. 43-46.

10. Хроменкова, Т. В. Государственной кадастровой оценки при территориальном планировании и градостроительном зонировании территории / Т. В. Хроменкова // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: Сборник статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции, Краснодар, 22 апреля 2022 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 373-376.

11. Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке: приказ Росреестра от 04.08.2021 № П/0336 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_ 403900.

12. Об утверждении классификатора видов разрешенного использования земельных участков: приказ Росреестра от 10.11.2020 № П/0412 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371246.

13. Клюшниченко, В. Н. Система характеристик объектов государственного кадастра недвижимости / В. Н. Клюшниченко, А. О. Киселева // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2014. – Т. 3, № 2. – С. 88-93.

14. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон от 31.07.2020 № 269-ФЗ [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358790.

15. Karel Veccere Overview on the cadastral systems E.U. member states. Part II. – Prague: CUZR (Чешское кадастровое бюро), 2009. – 228 с.

16. Fradkin K., and Doytsher, Y., (2002), Establishing an urban digital cadastre: analytical reconstruction of parcel boundaries, Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 26, Issue 5, September 2002, Pages 447–463.*

17. Hawerk Winfried. Grundbuch and cadastral systems in Germany, Austria and Switzerland. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fig.net/commission7/reports/events/delft_seminar_95/paper3.html.

18. Overview on the cadastral systems of the E.U. member states Part II. (Обзор кадастровых систем государств–членов ЕС – Часть II) [Текст] / Karel Vecere. – Prague: CUZK (Чешское кадастровое бюро), 2009. – 228 с.

УДК 528.44

ФОРМИРОВАНИЕ НЕДВИЖИМОГО ИМУЩЕСТВА В ВЕЛИКОБРИТАНИИ

Клюшниченко В.Н., Лебедев Н.Д.
Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Россия

Проведен анализ системы формирования недвижимого имущества в Великобритании, а именно: земельного законодательства, определения объекта недвижимости, характеристик регистрации вещно-правовых титулов, защиты прав землепользователей. Объект недвижимости регистрируется как объект вещного права. Регулирование земельно-имущественных отношений довольно сложное и самобытное, сохраняющее от-

печаток традиционных английских принципов и институтов, основанное на общем праве.

В административно-политических системах Великобритании исторически сложились различные земельно-правовые отношения. Прогрессивное земельное законодательство функционирует в Англии и Уэльсе, в то время как Северная Ирландия, Шотландия и Заморские территории представляют общее право – наследие феодальных порядков без реформаторских изменений. Однако феодальные порядки, в части принадлежности монарху всей государственной земли, обеспечивали предоставление земельных участков во временное пользование за плату, актуальны для английского земельного законодательства и в настоящее время.

Для реформирования земельного законодательства английским правительством в 1830 году была создана комиссия, подготовившая теоретическую основу для реформ путем исследования принципов земельного права. Были выявлены недостатки вещных титулов, а именно их множественность и невозможность подтверждения права титула при передаче.

Устранением недостатка множественности вещных прав стало их унификация. Установление единой системы регистрации акта перехода вещных титулов на недвижимость предлагалось как устранение недостатка подтверждения титула. Таким образом, это закреплено в Законе о собственности и став важным аспектом реформы [1].

Направлению реформы в области правового механизма защиты добросовестного приобретателя земли от притязаний третьих лиц было уделено значительное внимание. Проблема заключалась в следующем: при покупке обремененного земельного участка на покупателя ложилось бремя доказывания факта незнания, то есть факта добросовестного приобретения.

Земельная реформа 1922-1925 гг. заключалась в разработке и принятии Закона о собственности, систематизации исследований и отражение их в законах. Законодательные акты обобщили достижения предыдущих законопроектов и нововведения необходимых требований к земельным правоотношениям.

Охарактеризовать земельную реформу можно следующим образом: отмена феодальных привилегий, установление двух возможных титулов на землю, введение регистрации вещно-правовых титулов и их обременений, защита зарегистрированных интересов по праву справедливости. Реформа значительно упростила структуру земельных правоотношений, повысив эффективность действующего законодательства. Долгая борьба с консервативными устоями и феодальными

обычаями обусловила преобразования, ставшие ответом на изменившиеся потребности английского общества и на новые социально-экономические отношения.

С проведением земельной реформы 1922–1925 гг. английское земельное законодательство перешло к более конкретной и прозрачной системе вещно-правового регулирования. В то же время и после 1925 г. регулирование земельно-имущественных отношений в стране оставалось довольно сложным и самобытным, сохраняющим отпечаток традиционных английских принципов и институтов. Позднее законодательные акты были переработаны и дополнены: для закона о регистрации недвижимости дополнения были приняты в 2002 году, для закона о регистрации неучтенной земли – в 1972 году, для закона о земельных трестах – в 1996 году в целом определив английское земельное законодательство с незначительными изменениями действующее и по сей день.

Одновременно универсальная и чрезмерно сложная система общего права представляет собой сочетание прецедентного права – это правовая система, в которой основной источник права прецедент судебного решения, а не законодательные акты принятые органами исполнительной власти, с правом справедливости – это правовые принципы, основанные на национальных традициях, позволяющие судьям довольно свободно трактовать законодательные нормы при выносе решений.

В 2002 году система регистрации была полностью компьютеризирована, чем окончательно сформировала современную систему земельного законодательства в стране.

Кадастровая система.

В Великобритании еще во времена феодализма укрепилось представление, действующее и на современном этапе. Объектом вещного права является правовое основание – титул, определяющий статус лица, имеющего право на объект недвижимости. Решения судов принципиально разделяют между собой определение земельного участка, как материального объекта и как объекта вещного права [2].

Другое последствие феодализма – признание титула собственника на объект недвижимости лишь объектом пользования, как производного от прав верховного собственника, то есть монарха. Однако английские юристы подчеркивают условность идеи пользования землей, указывая на недопустимость произвольного изъятия и принцип неотчуждаемости зарегистрированного титула собственника, что, по сути, является полноценной защитой прав собственности [2 - 4].

Вещное право устанавливается как унифицированная, в соответствии с действующим законодательством, степень юридического контроля ресурса правомочным лицом, действующая некоторое время и подтвержденная перед третьими лицами.

Объект недвижимости – это ограниченная площадь земли, его недра и воздушное пространство, также капитальные постройки на этом земельном участке.

Решение проблемы обеспечения баланса государственных и частных интересов в правовом режиме собственности на земельный участок проявляется в области оборота земель сельскохозяйственного назначения. Достижение баланса в данной сфере – показатель устойчивых экономико-правовых связей в земельно-имущественных отношениях в целом. Национальная статистическая служба Великобритании на 2011 год располагает сведениями, что 75% земель сельскохозяйственного назначения принадлежали землевладельцам на правах аренды, а не на правах собственности. Английское правительство обеспечило стабильное экономическое использование земель не внедрением программы приватизации сельскохозяйственных угодий, а обеспечением защиты интересов арендатора от злоупотреблений со стороны третьих лиц и государства. Закон о сельскохозяйственных холдингах установил выгодные условия для арендаторов: гибкие условия аренды и возможность фермерских хозяйств совместно вносить арендную плату [5].

Вещные права в английском земельном законодательстве унифицированы и характеризуется следующим образом [6].

Право полного владения объектом недвижимости, передаваемое по наследству, не ограничено во времени.

Квартирой владеют на правах аренды или бессрочного владения. Право полного владение квартирой распространяется на владение квартирой, при совместном управлении общими помещениями и прилегающими территориями многоквартирного дома.

Нижеперечисленные вещные права английского земельного законодательства оригинальны, и не встречаются в отечественной кадастровой системе. Право соблюдения обязательного условия, или ковенант – соглашение между сторонами для ограничения или выполнения действий, которое налагает обязанности или ограничения на использование земли. Право доверительного управления – правовые отношения между кругом лиц, владеющих недвижимости, и управляющим для извлечения прибыли от использования. Право пользования – разрешение на доступ к недвижимости без владения ею для извлечения прибыли. Право получения выгоды – право лица, не владеющего, но заинтересо-

ванного, на использование природных ресурсов земельного участка. Право частичного владения – право периодического владения за плату, осуществляется при наступлении исключительных обстоятельств [7].

Законодательством установлены права, защищающие участника земельно-имущественных отношений. Право доступа – обеспечивает право доступа к недвижимости при невыполнении обязательств при аренде или частичном владении. Право опциона – временное регистрируемое право распоряжения частью или целым объекта недвижимости, условия использования права опциона строго устанавливаются. Право информированности – право доступа к полной и точной информации о недвижимости при ее отчуждении. Право семейного владения – право супругов на использование недвижимости [8, 9].

Регистрация недвижимости.

Фундаментальным принципом является обязательная регистрация вещно-правовых титулов и обременений права на объект недвижимости. Реестр недвижимости выполняет главным образом учетно-регистрационную функцию, в меньшей степени – фискальную функцию. Земельный кадастр Его Величества устанавливает уникальный регистрационный номер записи титула, которая состоит из трех частей, это данные: о строении, о владельце и об обременениях. Регистрационная запись не содержит полных данных об объекте недвижимости, нет сведений о величине налога, о природных условиях, о полезных ископаемых на земельном участке, поиск информации о таких данных требует полного обследования земельного участка и строения на нем.

Основа системы регистрации заключается в ведении земельный кадастр Его Величества – реестр титулов, изменения вносятся только при передаче и возникновении обременений объекта недвижимости, поэтому объекты могут быть не зарегистрированы. Реестр титулов включает сведений о физических размерах земельного поместья и обременениях, тем самым показывая актуальное состояние. Регистрируется каждое строение независимо от других на том же земельном участке. Таким образом вполне возможно, что на одном земельном участке из двух строений может быть зарегистрировано только одно [8].

Недвижимость регистрируется отделом земельной регистрации независимой службы земельного кадастра [8], осуществляя полномочия через районные отделения. Регистратор прав на недвижимость – юридически квалифицированный специалист, солиситор – адвокат, юрисконсульт, также подготавливает судебные материалы и ведет де-

ла в низших судах. Регистрация является подтверждением права на объект недвижимости.

По приблизительным оценкам, в Англии и Уэльсе насчитывается около двадцати двух миллионов наименований, из которых в настоящее время зарегистрировано около девятнадцати миллионов титулов [10].

Система земельного реестра полностью переведена в электронный вид, информация открыта и доступна через государственные информационные сервисы в сети «Internet» за комиссионную плату для всех. Сведения из земельного кадастра Его Величества могут быть найдены по уникальному регистрационному номеру или по адресу.

Например, поместье во владении на правах свободного владения будет зарегистрировано, право аренды на это же поместье должно быть также зарегистрировано, также как и субаренда. То есть, объект недвижимости, может быть представлен произвольным количеством титулов, из них некоторое количество может быть зарегистрировано.

Реестр титулов подразделяется на три части: Реестр объектов недвижимости, Реестр собственников, Реестр обременений.

Запись реестра объектов недвижимости включает в себя краткое описание объекта недвижимости: о почтовом адресе; о деталях договора возникновения права; об описании земельного участка, по средствам крупномасштабного плана для определения общего местоположения и доступности земельного участка, о масштабе плана слишком мал чтобы установить точные границы земельного участка.

В реестре собственников указывается лицо, обладающее юридическим титулом, также вносятся ограничения вещного права, уведомления о процедуре банкротства и стоимость приобретения права.

Реестр обременений содержит обременения земельного участка, такие как ипотека, ограничительные ковенанты. Регистратор собирает ограничительные записи воедино, упорядочивая их в порядке приоритета правового влияния.

Выводы и предложения.

Земельная реформа 1920-х годов английского земельного законодательства, отменила феодальные привилегии, ввела регистрацию вещно-правовых титулов и их обременений, установила механизм правовой защиты зарегистрированных интересов по праву справедливости, однако не смогла полностью изменить регулирование земельных отношений в стране, которое оставалось довольно сложным и самобытным, сохраняющим отпечаток традиционных английских принципов и институтов.

Вещные права в английском земельном законодательстве унифицированы, дано полное законодательное описание. Английское правительство пошло по пути защиты интересов правообладателей и их полной гарантии государством, что обеспечило стабильность земельно-имущественных отношений.

Фундаментальным принципом земельно-имущественных отношений является обязательная регистрация вещно-правовых титулов и обременений права на объект недвижимости. При регистрации дается описание общего местоположения земельного участка, по средствам крупномасштабного плана для определения доступности земельного участка, масштаб плана слишком мал чтобы установить точные границы земельного участка.

На основании исследования изложенного выше можно сделать вывод о том, что Российская кадастровая система может быть усилена, если к ней адаптировать следующие сильные стороны английской кадастровой системы:

- вещные права широко представлены в английском земельном законодательстве, что создает больше возможностей использования объектов недвижимости для участников земельно-имущественных отношений;

- создаются выгодные условия для аренды, а также защищаются интересы арендатора от злоупотреблений третьих лиц. При этом вещные права гарантируются государством в равной степени, что обеспечивает экономическую стабильность земельного использования и оборота;

- реестр прав на объекты недвижимости содержит краткое описание объекта недвижимости, точные границы земельного участка не устанавливаются, поскольку стоимость работ по межеванию значительна.

Библиографический список:

1. Чичаева, Ю. А. Основные направления реформы земельной собственности в Англии 1922–1925 гг / Ю. А. Чичаева // Вестник Московского университета. Серия 11: Право. – 2013. – № 1. – С. 139-145.

2. Семякина, А. В. Вещные права на земельные участки в РФ и Великобритании: догматический подход против прагматизма / А. В. Семякина // Актуальные проблемы российского права. – 2021. – Т. 16, № 7(128). – С. 179-191.

3. Пучков, О. Принцип баланса публичных и частноправовых начал в правовом режиме собственности на земельный участок в праве Англии и России: постановка проблемы / О. Пучков // Бизнес, менеджмент и право. – 2015. – № 1(31). – С. 66-70.

4. Law of Property Act, 1925: [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.legislation.gov.uk/ukpga/Geo5/15-16/20/contents.

5. Agricultural Holdings Act, 1986 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.legislation.gov.uk/ukpga/1986/5/contents.

6. Gardner, S. An introduction to land law / S. Gardner. // An introduction to land law, Hart Publishing. – 2007, Oxford Legal Studies Research Paper № 19/2007.

7. Rentcharges Act, 1977 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.legislation.gov.uk/ukpga/1977/30/contents.

8. Land Registration Act, 2002 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2002/9/contents.

9. Family Law Act, 1996 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.legislation.gov.uk/ukpga/1996/27/contents.

10. Sparkers P. Real Property Law and Procedure in the European Union. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.eui.eu/Documents/ DepartmentsCentres/Law/ ResearchTeaching/ResearchThemes/EuropeanPrivateLaw/RealPropertyProject/England%20and%20Wales.PDF.

⚒⚒⚒

УДК 622.1/.2

ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ ОПОРНОЙ МАРКШЕЙДЕРСКОЙ СЕТИ НА КАРЬЕРЕ ЗАРНИЦА

Дарабаев Д.Д.

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г.Новосибирск, Россия

В данной статье описывается процесс создания маркшейдерской опорной сети (МОС) при помощи программного обеспечения «МГСети». Также производится анализ наиболее подходящего способа создание съемочного обоснования на бортах карьера.

Ключевые слова: карьер, маркшейдерская опорная сеть, метод измерения, полигонометрия, съемочное обоснование, спутниковые измерения.

Актуальность работы состоит в том, что в современных условиях, когда горная промышленность развивается быстрыми темпами, для достижения высоких технико-экономических показателей и эффективности производства требуется, чтобы были созданы благоприятные условия ведения работ, обеспечение безопасности труда рабочих. Маркшейдерские работы являются важной частью технологического процесса строительства, а также эксплуатации такого опасного производственного объекта как карьер и должны осуществляться по единому проекту, не противоречащим нормативным документам, принятым на территории РФ. Отмена инструкции по производству маркшейдерских работ вызывает необходимость проектирования и предрасчета.

Поэтому разработка проекта маркшейдерских работ при разработке месторождения «Зарница» является главным вопросом, который нужно решить в данной работе.

Для проектирования использовался план горных работ карьера «Зарница».

Опорное обоснование на карьере «Зарница» представлено пунктами триангуляции III класса (Дяха), III (Чужой), II (Левый Киенг), и II (Левый Сытыкан) классов. Пункты расположены далеко от карьера, что не позволяет их использовать в качестве опорного обоснования [1].

Съемочные сети предусматривается развивать на основе пунктов опорной сети, которые будут являться непосредственной основой для производства съемки контуров рельефа местности, привязки разведочных выработок и объектов геологоразведочных наблюдений, перенесения проекта разведочных выработок в натуру и другие виды работ.

На карьере «Зарница» для выполнения маркшейдерских работ необходимо произвести сгущение опорной геодезической сети. Создание маркшейдерско-геодезического обоснования будет производиться комбинированным способом. Сначала проектируем 4 опорных пункта при помощи ГНСС технологий с точностью не ниже первого разряда. Затем от этих пунктов прокладываем полигонометрический ход второго разряда. Схема создания опорных пунктов представлена на рисунке 1.

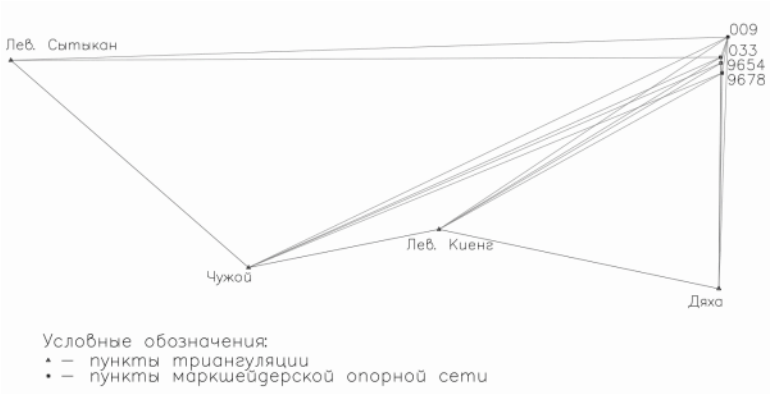


Рис.1. Схема создания опорных пунктов

При построении маркшейдерских опорных сетей на производственной территории горного предприятия необходимо учитывать, что-

бы пункты обеспечивали выполнение текущих и перспективных задач. В качестве исходных пунктов для построения МОС и сетей сгущения служат пункты государственной геодезической сети.

Для обеспечения нормальных условий производства маркшейдерских съемок пункты опорной геодезической сети необходимо располагать равномерно на производственной территории предприятия, исходя из соображений обеспечения сохранности и устойчивости пункта на период выполнения съемок и минимума работ при сгущении съемочного обоснования.

Для съемки карьера пункты МОС располагаются на его бортах или в непосредственной близости от них с таким расчетом, чтобы обеспечить видимость с рабочих горизонтов по крайней мере трех пунктов [2].

Метод определения координат пунктов планируется использовать статический, что подразумевает под собой выполнение дифференциальных спутниковых наблюдений [3].

Для измерений следует использовать двухчастотные приемники Leica Viva GS10, точность которых составляет: в плане 3мм + 0,1ppm / По высоте 3,5мм + 0,4ppm.

При выполнении измерений четыре приемника устанавливаются на пункты государственной геодезической сети с известными координатами, а пятый приемник (ровер) устанавливаем на пункт сети опорного обоснования 9678, для других пунктов операция выполняется аналогично поочередно.

Затем на определяемых пунктах выполняются синхронные наблюдения попарно либо одновременно – при наличии достаточного количества приемников. Тогда все пункты будут связаны между собой векторами. Это позволит выполнить их совместное уравнивание и тем повысить надежность и качество сети.

Приемники устанавливаются на пункте на штативе. Штатив центрируется с точностью ±2 мм и замеряется от пункта до середины антенны приёмника. Минимальное число спутников, при котором можно выполнять наблюдения - не менее шести.

Обработка данных, базовых линий и уравнивание будет производиться в программе «МГСети» [4–7].

Максимальное СКО планового положения пунктов проектируемой сети составило 0,007 м.

Оценка точности созданной сети показывает, что создание опорное обоснование с помощью ГНСС приемников «статическим» способом, определяет координаты пунктов с точностью полигонометрий 1 – го разряда.

Сгущение МОС будет происходить путем проложения полигонометрического хода 2 разряда.

Угловые измерения планируется производить тахеометром Leica TS10.

Углы измеряются полным приемом. Центрирование тахеометра и отражателя над точками производится лазерным лучом с точностью не менее 2 мм. Точность прибора 3″.

При измерении углов производится измерение длин сторон в прямом, и обратном направлении с помощью лазерного дальномера.

Характеристика сети полигонометрии второго разряда приведена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика сети полигонометрии второго разряда

Допуск	Проект
Предельный периметр полигона – 10 км.:	Периметр полигона – 2,683 км.
Длина сторон хода, км.:	Длина сторон хода, км.;
Наибольшая – 0,35;	Наибольшая – 0,297;
Наименьшая – 0,08;	Наименьшая – 0,135;
Число сторон в ходе - 15	Число сторон в ходе - 13

Схема полигонометрического хода приведена на рисунке 2.

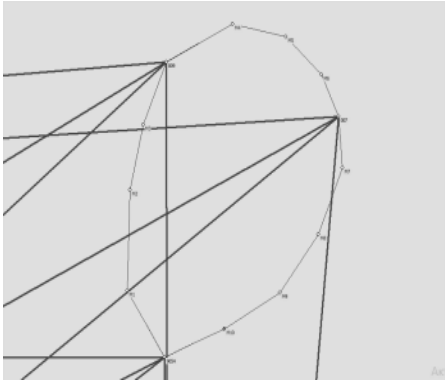


Рис.2. Схема создания опорных пунктов и полигонометрии

Относительная предельная погрешность хода: 1/86417<1/5000.

Предрасчет погрешности показывает, что запроектированный полигонометрический ход по точности удовлетворяет требованиям полигонометрии 2 разряда.

На основе пунктов опорной сети создается съемочное обоснование.

Точки съемочного обоснования закрепляются постоянными или временными центрами.

Для развития съемочного обоснования в условиях карьера наиболее целесообразно использовать геодезические засечки.

Задаем точку, с которой выполняется обратная линейно-угловая засечка и моделируем.

Из существующих способов создания съемочных сетей, использовался способ линейно-угловых засечек. Данный способ при использовании тахеометра Leica TS10 позволит эффективно и качественно создать пункты съёмочного обоснования в пределах всего карьера. Помимо этого, был произведен предрасчет точности с применением тахеометра Leica TS06 с точностью угловых измерений 5″.

Таким образом, с помощью программы МГСети выполнено проектирование и предварительный расчет точности опорной и съемочной сети карьера Зарница, которые обеспечат необходимую точность определения координат точек при съемке элементов открытых горных работ на всей территории горного отвода.

Библиографический список:

1. Технический проект отработки открытым способом алмазоносного месторождения «Зарница».

2. Инструкция по производству маркшейдерских работ РД 07-603-03, 2003 г. (отменен с 01.01.2021 на основании постановления Правительства РФ от 06.08.2020 N 1192 в рамках реализации механизма "регуляторная гильотина").

3. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS ГКИНП (ОНТА)-02-262-02, Москва, ЦНИИГАиК, 2002 г.

4. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А., Филипчук Б.И. Обоснование выбора весов измерений при уравнивании маркшейдерских подземных опорных сетей. «Маркшейдерия и Недропользование» №6 (98) ноябрь - декабрь 2018, – С.41–46

5. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А., Афанасьева С.М. Гироскопия - прошлое и будущее подземных опорных маркшейдерских сетей «Маркшейдерия и Недропользование» № 1 (93) январь - февраль 2018, – С. 36–41.

6. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А., Середович А.В. Принципы построения и уравнивания опорных подземных маркшейдерских сетей «Маркшейдерия и Недропользование» № 6 (80) ноябрь - декабрь 2015, – С 51–56.

7. Сайт программного комплекса МГСети. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mgseti.ru (дата обращения 15.09.2022).

УДК 349.41

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРАВОВОГО РЕЖИМА ЗЕМЕЛЬ ЛЕЧЕБНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ МЕСТНОСТЕЙ И КУРОРТОВ

Чекулаев В.В., Тесаков Н.Е., Копылов А.Б.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассмотрены вопросы правового режима земель лечебно-оздоровительный местностей и курортов; приведена статистика использования таких земель в Тульской области; обосновано, что правовой режим указанных земель на сегодняшний день представляется не в полной мере урегулированным и требует значительного усовершенствования

В последние годы вопросам правового регулирования лечебно-оздоровительных местностей и курортов в Российской Федерации уделяется значительное внимание – данное обстоятельство обусловлено важным значением таких территорий для развития природного потенциала страны. Между тем, в части правового режима земель, в границах которых располагаются указанные объекты, по-прежнему остается ряд неразрешенных вопросов [6].

Согласно статье 7 Земельного кодекса Российской Федерации (далее – ЗК РФ) все земли в нашей стране классифицируются по целевому назначению на семь категорий. Использование земель осуществляется в строгом соответствии с установленным для них целевым назначением. Таким образом, правовой режим земель и земельных участков определяется в соответствии с федеральным законодательством, исходя из их принадлежности к той или иной категории земель и разрешенного использования.

На территории Тульской области в соответствии с официальными данными государственной статистической отчетности площадь земельного фонда по состоянию на «01» января 2022 года составляет 2567,9 тыс. га, в том числе: сельхозугодия - 1972,8 тыс. га, пашни - 1556,2 тыс. га, залежи - 7,6 тыс. га, многолетние насаждения - 45 тыс. га, сенокосы - 67,9 тыс. га, пастбища - 296,1 тыс. га. [2].

Земли сельскохозяйственного назначения занимают две трети территории области – 71,8%, на земли населенных пунктов приходится 9,7%, на земли промышленности и иного специального назначения – 2,6%, земли особо охраняемых территорий и объектов – 0,2%, лесного фонда – 11%, водного фонда – 0,1%, запаса – 4,6%.

Несмотря на то, что основные принципы земельного законода-

тельства подчеркивают важность всех составных элементов земельного потенциала страны, необходимо особо выделить место в структуре земельного фонда земель особо охраняемых территорий и объектов. К ним относятся земли, которые имеют важное природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное ценное значение, которые в соответствии с соответствующими положениями нормативных актов изъяты из хозяйственного использования и оборота, кроме того, для таких земель установлен особый правовой режим (ст. 94 ЗК РФ).

Так, согласно положениям ЗК РФ к землям особо охраняемых территорий относятся земли [1]:

1) особо охраняемых природных территорий;
2) природоохранного назначения;
3) рекреационного назначения;
4) историко-культурного назначения;
5) особо ценные земли.

Согласно статистическим данным общая площадь земель данной категории Тульской области на «01» января 2022 года составила около 6,0 тыс. га., из них в структуре категории площадь земель особо охраняемых природных территорий – 1,3 тыс. га (21,7%), земли лечебно-оздоровительных местностей и курортов занимают 0,3 тыс. га (5,0%), площадь земель рекреационного назначения – 1,2 тыс. га (20,0%), земли историко-культурного назначения – 3,2 тыс. га (53,3%) [2].

Стоит отметить, что при малом удельном весе земель оздоровительных местностей и курортов их значение сегодня имеет огромную ценность. На территории Тульской области расположены: Санаторий-курорт «Егнышевка», Санаторий «Молния», ООО Санаторий-курорт «Велегож», Санаторий-курорт «Алексин бор», Санаторий «Краинка» и прочие. Земли лечебно-оздоровительных местностей и курортов предназначены для лечения и отдыха граждан. В состав этих земель, включаются земли, расположенные, как правило, вблизи от природных источников или скопления минералов, оказывающих благотворное воздействие на организм и обладающие природными лечебными ресурсами, которые используются или могут использоваться для профилактики и лечения заболеваний человека.

Отнесение земель к землям особо охраняемых территорий регионального и местного значения, принципы использования и охраны земель особо охраняемых территорий регионального и местного значения устанавливаются органами государственной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления в соот-

ветствии с федеральными законами, законами субъектов Российской Федерации и нормативными правовыми актами органов местного самоуправления.

Земли лечебно-оздоровительных местностей и курортов (ст. 96 ЗК РФ) предназначены для лечения и отдыха граждан. В состав этих земель включаются земли, обладающие природными лечебными ресурсами, которые используются или могут использоваться для профилактики и лечения заболеваний человека.

Отличие лечебно-оздоровительных местностей от курортов заключается в том, что местность — это пригодная для лечения, профилактики заболеваний, отдыха населения территория, а курорт — это уже освоенная и используемая в лечебно-профилактических целях территория. Курорты, лечебно-оздоровительные местности могут быть федерального, регионального и местного значения.

Земельные участки лечебно-оздоровительных местностей и курортов могут находиться в любых формах собственности: государственной, муниципальной, частной. В то же время природные лечебные ресурсы (минеральные воды, лечебные грязи, рапа лиманов и озер и др.) являются государственной собственностью и предоставляются юридическими и физическими лицами для лечения, профилактики заболевания, а также в целях отдыха.

Застройка земель лечебно-оздоровительных местностей и курортов ведется с соблюдением правил, установленных законодательством для соответствующих работ на указанных особо охраняемых территориях.

На законодательном уровне рассмотрение земель лечебно-оздоровительных местностей и курортов осуществляется отдельно от остальных земель подобной категории. Согласно ЗК РФ данные участки относятся к территориям, на которых устанавливается санитарная охрана со стороны государства. Основное предназначение земель данной категории – лечение и отдых граждан.

Охрана природных лечебных ресурсов, лечебно-оздоровительных местностей и курортов осуществляется посредством установления округов санитарной (горно-санитарной) охраны. Округа санитарной (горно-санитарной) охраны устанавливаются в целях сохранения благоприятных санитарных и экологических условий для организации профилактики и лечения заболеваний человека. Границы и режим округов санитарной (горно-санитарной) охраны, установленные для лечебно-оздоровительных местностей и курортов федерального значения, утверждаются Правительством РФ, а для лечебно-оздоровительных местностей и курортов регионального и местного

значения — исполнительными органами государственной власти субъектов РФ.

Округа санитарной охраны устанавливаются для климатических лечебно-оздоровительных местностей и курортов, если их природно-лечебные факторы не относятся к недрам. Если же в указанных местностях и курортах в комплексе природных, лечебных факторов имеются объекты, относящиеся к недрам (лечебные грязи, минеральные воды и т.п.) или данному региону свойственна повышенная сейсмичность, в нем происходят оползневые, селевые и другие процессы, то устанавливаются округа горно-санитарной охраны.

В составе округа санитарной (горно-санитарной) охраны выделяется до трех зон. На территории первой зоны запрещаются проживание и все виды хозяйственной деятельности, за исключением работ, связанных с исследованиями и использованием природных лечебных ресурсов в лечебных и оздоровительных целях при условии применения экологически чистых и рациональных технологий. На территории второй зоны запрещаются размещение объектов и сооружений, не связанных непосредственно с созданием и развитием сферы курортного лечения и отдыха, а также проведение работ, загрязняющих окружающую природную среду, природные лечебные ресурсы и приводящих к их истощению.

На территории третьей зоны вводятся ограничения на размещение промышленных и сельскохозяйственных организаций и сооружений, а также на осуществление хозяйственной деятельности, сопровождающейся загрязнением окружающей природной среды, природных лечебных ресурсов и их истощением.

Земельные участки в границах санитарных зон у собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев, арендаторов земельных участков не изымаются и не выкупаются, за исключением случаев, когда в соответствии с установленным санитарным режимом предусматривается полное изъятие этих земельных участков из оборота [3].

Месторождения лечебных грязей и источники минеральных вод часто расположены в пределах крупных городов-курортов и в связи с этим испытывают негативное воздействие всего спектра экологических факторов антропогенного происхождения, что отрицательно сказывается на их состоянии. Наиболее серьезным фактором является загрязнение воздушного бассейна и водных ресурсов. В некоторых регионах отсутствует должный контроль за соблюдением правил курортного строительства, за развитием инфраструктуры и проведением природоохранных мероприятий на особо охраняемых территориях.

Значительный ущерб месторождениям наносится несанкционированной застройкой II и III зон горно-санитарной охраны. В связи с этим остается актуальной планомерная работа по выявлению и устранению этих нарушений.

Точное понятие оздоровительных земель и земель курортов определено в нормативно-правовых актах федерального уровня. Согласно соответствующему закону такими землями признаются определенные объекты недвижимости, на которых допускается расположение:

- лечебно-профилактических, оздоровительных и курортных организаций, предназначенных для обеспечения возможности граждан отдохнуть;
- прочих зданий, эксплуатирующихся организациями и учреждениями;
- объектов инфраструктуры, необходимых для оздоровления и отдыха граждан.

Ввиду того, что, как правило, подобные учреждения и организации располагаются на уникальных по своим свойствам местах, к примеру, вблизи от природного источника или скопления минералов, оказывающих благотворное воздействие на организм, данные земли находятся в собственности государства, субъектов государства или отдельных муниципальных образований.

В ЗК РФ выделяется следующий состав лечебно-оздоровительных земель:

- земли, которые обладают какими-либо природными ресурсами, оказывающими лечебное воздействие на организм человека;
- земли, обладающие благоприятным для человека климатом;
- земли, совокупность природных условий которых благотворно влияет на процесс выздоровления человека.

В качестве основных назначений земель лечебно-оздоровительных местностей выделяются следующие:

- оздоровительное;
- рекреационное;
- природоохранное.

Правовой режим данных объектов недвижимости регулируется соответствующими нормативно-правовыми актам федерального уровня, в частности, федеральным законом. На законодательном уровне отдельно выделяется понятие «природные лечебные ресурсы», под которыми подразумеваются:

- лечебные грязи;
- минеральные воды;
- рапа лиманов и озер;

- лечебный климат;

- прочие природные лечебные ресурсы и совокупность определенных условий, которые оказывают благоприятное воздействие на организм человека и способствуют его оздоровлению.

Такие лечебные ресурсы России могут быть использованы не только по своему целевому назначению - для лечения человека, но и для профилактики различных заболеваний, для обеспечения комфортного отдыха.

Между тем, представляется, что правовой режим земель лечебно-оздоровительных местностей и курортов (далее - ЛОМиК) на сегодняшний день представляется не до конца урегулированным и в качестве подтверждения данному тезису можно привести следующее обоснование.

В качестве нормативно-правового базиса, регулирующего правовой режим указанной разновидности земель, выступают положения Главы XVII ЗК РФ, в частности, ст. 96, Федерального закона от 23.02.1995 № 26-ФЗ и Постановление Правительства РФ от 07.12.1996 № 1425. При этом, последние значительные изменения в указанные нормативные акты вносились еще в конце 2013 года (правда стоит оговориться, что в содержание Федерального закона № 26-ФЗ в 2020 и 2021 году вносились дополнения – которые, однако, являлись точечными и не влияли на сущность правового регулирования) – тогда Федеральным закон от 28.12.2013 № 406-ФЗ земли ЛОМиК были исключены из числа земель особо охраняемых территорий – соответствующие изменения были внесены в ч. 2 ст. 94 и ч. 1 ст. 96 ЗК РФ. Таким образом, в настоящее время налицо правовая коллизия ведь ст. 96 ЗК РФ по-прежнему является составной частью Главы XVII, при том, что формально земли ЛОМиК к особо охраняемым не относятся [6].

Данное несоответствие, полагаем, противоречит одному из фундаментальных принципов земельного законодательства, предусматривающего приоритет сохранения особо ценных земель, в том числе, земель особо охраняемых территорий, куда после внесения соответствующих изменений не включены земли ЛОМиК. То есть формально, земли, на которых располагаются упомянутые выше знаменитые курорты «Егнышевка», «Краинка» к особо ценным в настоящее время не относятся.

Причины такого положения дел в правовом регулировании отдельно взятой группы земель по мнению авторов настоящего исследования кроются в нереализованной инициативе Комитета Государственной Думы Российской Федерации по земельным отношениям и

строительству, предлагавшего в 2012 году осуществить переход от деления земель на категории к территориальному зонированию (законопроект № 465407-6). Несмотря на долгие обсуждения, указанный законопроект так и не был реализован и 2018 году окончательно отклонен. Тем не менее, ряд сопутствующих инициатив все же было реализовано, оставшись, однако, промежуточными – в том числе и идея особого правового статуса отнесения земель ЛОМиК.

Согласно ч. 2 ст. 96 ЗК РФ в целях сохранения благоприятных санитарных и экологических условий для организации профилактики и лечения заболеваний человека на землях территорий ЛОМиК устанавливаются специальные охранные территории- округа санитарной охраны. Границы и правовой режим таких зон, имеющих федеральное значение, устанавливаются в соответствии с упомянутым выше Постановлением Правительства РФ от 07.12.1996 № 1425, актуальная редакция которого, как отмечалось ранее, датирована 2013 годом.

В свою очередь, одним из значимых нововведений учетно-регистрационной реформы недвижимости, реализуемой в настоящее время на территории Российской Федерации, является создание в рамках составного элемента Единого государственного реестра недвижимости, так называемого, реестра границ. Указанный реестр предусмотрен положениями Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ, который вступил в силу только 01.01.2017.

Согласно ст. 105 ЗК РФ в числе зон с особыми условиями использования территорий могут быть установлены, в том числе, округ санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей, курортов и природных лечебных ресурсов (п. 15 указанной статьи).

Таким образом, действующая редакция подзаконного акта, предусматривающего положение санитарной охраны ЛОМиК и природных лечебных ресурсов была разработана еще до появления Единого государственного реестра недвижимости и, соответственно, реестра границ и не учитывает современные тенденции и законодательные требования в части внесения границ зон с особыми условиями использования территории в реестр. Остается непонятным: каким образом определять границы округа санитарной охраны? Между тем, точные границы зон с особыми условиями использования территории необходимы, так как зачастую определяют правовой режим земель, входящих в ее границы.

Данное обстоятельство порождает ряд практических проблем. Так, согласно ч. 3 ст. 96 ЗК РФ осуществляется разграничение правового режима земельных участков в зависимости от того, в какую зону

санитарной охраны ЛОМиК такие земельные участки входят. Так, в случае включения в границы I зоны земельные участки, находящиеся в частной собственности, подлежат выкупу у их собственников в соответствии со ст. 55 ЗК РФ. В свою очередь, правовой режим земельных участков, расположенных в границах II и III зон ограничивается в соответствии с законодательством об особо охраняемых природных территориях. Однако, в условиях отсутствия точно определенных границ округа санитарной охраны у правообладателей земельных участков могут возникнуть определенные сложности в части такого разграничения и, соответственно, определения конкретных ограничений [6].

Изменения, внесенные в 2013 г. в законодательство, устанавливающее правовой режим особо охраняемых территорий, повлекли за собой исключение из их состава курортов и лечебно-оздоровительные местности. Подверглись корректировки и нормы Земельного кодекса РФ и связанного с ним законодательства, в результате чего возник ряд проблем теоретического и прикладного характера.

На сегодняшний день земли курортов отнесены к землям особо охраняемых территорий, но ст. 94 Земельного кодекса РФ, содержащая закрытый перечень земель особо охраняемых территорий, курорты и лечебно-оздоровительные местности не упоминает. Серьезные расхождения обнаруживаются и при сравнительном анализе Земельного кодекса РФ и ФЗ от 13.07.2015 N 218-ФЗ (ред. от 25.12.2018) «О государственной регистрации недвижимости», а также Градостроительным кодексом в части установления границ зон округа санитарной (горно-санитарной) охраны.

Базовым источником правового регулирования режима лечебно-оздоровительных местностей и курортов является ФЗ от 23.02.1995 г. №26-ФЗ (ред. от 28.12.2013) «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах», однако и он не в полной мере отвечает реальным потребностям в регулировании отношений санаторно-курортного комплекса из-за своей фрагментарности и неполноты. Требуется существенная корректировка курортного законодательства, что придает теме проведенного исследования актуальность.

В связи с вышесказанным вопросы совершенствования правового регулирования земель лечебно-оздоровительных местностей и курортов остаются актуальными и в настоящее время.

Библиографический список:

1. ""Земельный кодекс Российской Федерации" от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 14.07.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.10.2022);

2. Региональный доклад «О состоянии и использовании земель в Тульской области в 2021 году» (подготовлен Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии по Тульской области) – от 1.01.2022];

3. Постановление Правительства РФ от 7 декабря 1996 г. № 1425 «Положение об округах санитарной и горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов федерального значения» // СЗ РФ. 1996. № 51. Ст. 5798.;

4. Федеральный закон от 23.02.1995 № 26-ФЗ «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах»;

5. Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости».

6. Актуальные проблемы теории земельного права России: монография / Е.Н. Абанина, Н.Н. Аверьянова, А.П. Анисимов и др.; под общ. ред. А.П. Анисимова. М.: Юстицинформ, 2020. 800 с.

УДК 349.417

АНАЛИЗ НАРУШЕНИЙ ЗЕМЕЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗЕМЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ В ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Устинова Е.А., Минаева Н.С.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Выполнен анализ нарушений земельного законодательства в результате осуществления государственного земельного контроля (надзора) в Тульской области и муниципального контроля по городу Тула.

Ключевые слова: земельные ресурсы, государственный земельный надзор, муниципальный контроль, административные правонарушения.

Государственный земельный контроль (надзор) играет ключевую роль в управлении земельными ресурсами страны. Его целью является проверка соблюдения законодательства РФ в области землепользования и контроль за использованием земли, что становится особенно актуальным в условиях растущей экономической активности и необходимости эффективного использования ограниченных природных ресурсов.

Отношения в сфере государственного земельного надзора регламентируются статьей 71 Земельного кодекса РФ. Кроме того, в рамках Кодекса РФ об административных правонарушениях имеются статьи, регулирующие нарушения в данной области (рисунок 1).

ст. 7.1 КоАП РФ

- Самовольное занятие земельного участка или его части, а также использование земельного участка лицом, не имеющим права на него по закону;

ст. 7.34 КоАП РФ

- Использование земельного участка юридическим лицом, которое не выполнило обязанности по переоформлению права на него или его приобретению в собственность;

ч. 1 ст. 8.8 КоАП РФ

- Использование земельных участков не по их предназначению и невыполнение обязанностей по приведению земли в состояние, пригодное для соответствующего использования

ч. 3 ст. 8.8 КоАП РФ

- Незаконное использование земельного участка или его части в указанных целях в случае, если обязанность по использованию такого земельного участка в течение установленного срока предусмотрена федеральным законом;

ч. 4 ст. 8.8 КоАП РФ

- Использование земельного участка не по его назначению и несоблюдение обязанностей по приведению земли в состояние, пригодное для соответствующего использования.

Рис 1. Административные правонарушения, предусмотренные при проведении государственного земельного контроля

Государственными инспекторами Тульской области, ответственными за контроль использования и охраны земель, в 2022 году были рассмотрены дела об административных правонарушениях, предусмотренных статьями 7.1, 7.34, частями 1, 3 и 4 статьи 8.8 Кодекса об административных правонарушениях РФ.

В течение 2022 года Управление Росреестра по Тульской области сотрудничало с представителями муниципальных администраций и провело 240 проверок земельных участков. Общее количество проведенных проверок составило 2417, при этом было выявлено 473 нарушения требований действующего земельного законодательства [4].

Государственные инспекторы Тульской области выявили основные нарушения в области использования и охраны земель: в 207 случаях было обнаружено использование земельных участков, не соответствующее разрешенному виду использования; в 190 случаях земельные участки использовались лицами, не имеющими прав на их использование согласно законодательству РФ, а также обнаружено 44 случая самовольного занятия земли (рисунок 2).

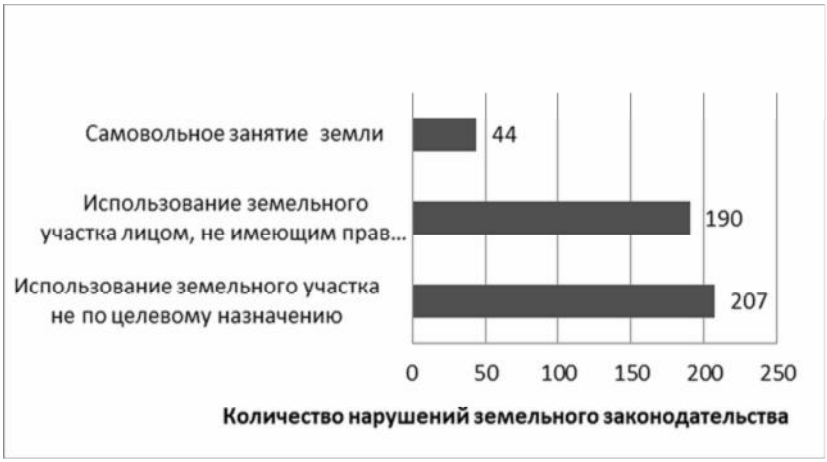


Рис. 2. Выявленные нарушения земельного законодательства по Тульской области в 2022 году

В 2022 году было проведено 111 контрольно-надзорных мероприятий с взаимодействием с контролируемыми лицами.

В результате проведенных данных мероприятий на территории Тульской области были обнаружены 866 нарушений земельного законодательства: на земельных участках сельскохозяйственного назначения были выявлены 396 нарушений, на землях населенных пунктов - 464 нарушения, на землях лесного фонда - 4 нарушения, а на землях промышленности, энергетики, транспорта, связи, безопасности и других участках специального назначения - 2 нарушения [4].

Сравнительный анализ основных показателей по исполнению государственной функции по государственному земельному надзору за 2020 – 2022 годы представлен в таблице 1.

Как видим, в 2022 году в Тульской области значительно сократилось количество контрольных мероприятий. Основное внимание было направлено на профилактические меры предотвращения право-

нарушений в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 10.03.2022 № 336. Главные среди таких мер: информирование, объявление предупреждения, консультирование [3, 5].

Таблица 1

Сравнительный анализ основных показателей по исполнению государственной функции по государственному земельному надзору в Тульской области за 2020 – 2022 годы

Наименование показателя	**2020 год**	**2021 год**	**2022 год**
Количество госземинспекторов	43	34	23
Количество контрольных (надзорных) мероприятий со взаимодействием:	2353	1883	111
- плановых	1102	517	10
- внеплановых	1251	1366	101
Количество земельных участков, на которых осуществлялись проверки	1688	1050	76
Количество выявленных нарушений	2525	1005	866
Количество выданных предписаний	1341	926	78
Количество лиц, привлеченных к административной ответственности	1498	329	112
Количество устраненных нарушений	1268	866	280
Количество составленных госинспекторами протоколов	1512	365	118
Количество составленных протоколов по ст. 19.5 КоАП РФ	68	67	20
Количество составленных протоколов по ст. 20.25 КоАП РФ	12	14	1

Управлением Росреестра по Тульской области в 2022 году был осуществлен ряд мероприятий по предотвращению нарушений земельного законодательства:

- органам муниципального земельного контроля были предоставлены результаты анализа правоприменительной практики при государственном земельном надзоре;

- была обновлена информация о наиболее распространенных нарушениях требований и рекомендаций в деятельности субъектов контроля с целью предотвращения нарушений;

- проведены консультации по вопросам соблюдения обязательных требований и федерального земельного контроля;

- подконтрольным субъектам были прояснены обязательные требования и порядок проведения контрольных мероприятий.

Деятельность государственного земельного контроля направлена на обеспечение соблюдения законности при использовании земельных участков. Немаловажным фактором при выявлении нарушений законодательства является устранение таковых. Одним из способов стимулирования правообладателей земельных участков исправлять нарушения земельного законодательства является получение правоустанавливающих документов на земельные участки в установленном порядке.

Эффективность земельного контроля повышается не только благодаря профилактическим мерам, но и применению при проведении проверок современного геодезического оборудования с использованием методов дистанционного зондирования. В городе Тула в 2022 году в результате использования современных технологий при проведении земельного контроля в процессе 285 проверок были выявлены нарушения на 217 земельных участках [5].

Таким образом, внедрение дистанционных форм земельного контроля и создание автоматизированной информационной системы являются важными шагами на пути к усовершенствованию системы государственного земельного контроля в Российской Федерации.

Библиографический список:

1. Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 №136-ФЗ (ред. от 4.08.23)

2. Кодекс РФ об административных правонарушениях от 30.12.2001 №195-ФЗ (ред. от 19.10.23)

3. Постановление Правительства РФ от 10.03.2022 № 336 «Об особенностях организации и осуществления государственного контроля (надзора), муниципального контроля» (ред. от 10.10.2023)

4. Региональный доклад о состоянии и использовании земель в Тульской области в 2022 году: Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Тульской области. – Тула, 2023

5. Доклад об осуществлении муниципального земельного контроля в границах МО г. Тула за 2022 год: Министерство имущественных и земельных отношений Тульской области.- Тула, 2023

УДК 378.14

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Морзак Г. И., Сидорская Н. В., Мартынюк С. С.
Белорусский национальный технический университет,
Республика Беларусь

Современная образовательная среда базируется на внедрении информационно-коммуникационных технологий. Рассмотрены структурные элементы инновационно-образовательной среды университета. Показано, что в качестве инновационного обеспечения процесса получения знаний необходимо применять интегрированные технологии обучения. Представлен последовательный порядок действий по выбору интегрированной технологии процесса получения знаний.

Ключевые слова: информационно-образовательная среда, интегрированные технологии обучения, итоговый контроль знаний.

Образовательная среда университета включает в себя совокупность методов обучения, воспитания и развития личности. Повышение качества образования является приоритетным направлением в образовательной политике государства и создает эффективную конкурентоспособную модель образовательного процесса. Устойчивое развитие государства требует формирования такой системы национального образования, которая станет базовым фактором для построения инновационной экономики, направленной на повышение качества жизни людей [1].

Уровень знаний необходимо рассматривать как основу для создания системы управления знаниями и как необходимость для обеспечения инновационной деятельности. В учреждениях высшего образования внедрение и постоянное развитие информационно-образовательной среды (ИОС) является приоритетной задачей. Функционирующая ИОС в учреждениях образования Республики Беларусь отвечает цели и задачам Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь (НСУР – 2030) и Концепции информатизации системы образования Республики Беларусь [1, 2]. ИОС предусматривает модернизацию материально-технической и социально-культурной базы, формирование «облачной» информационно-образовательной среды [2]. «Облачная» среда должна базироваться на новейших разработках в сфере информационных тех-

нологий, располагать качественными ресурсами и предусматривать внедрение дистанционной формы образования [2]. Построение такой системы в университете базируется на целостности ее структурных элементов (рис.1).

Рис. 1. Структурные элементы информационно-образовательной среды

В качестве инновационного обеспечения применяют интегрированные технологии обучения как в рамках дисциплины, так и по циклу дисциплин (рис.2). Важным шагом при построении ИОС является создание методического, дидактического сопровождения образовательного процесса и модернизация существующей системы университета.

Для внедрения и эффективного функционирования ИОС в университете решаются задачи:

1. анализ применения сетевого обучения в образовательном процессе;
2. разработка содержательной структуры ИОС и механизма ее постоянного развития;
3. автоматизация процесса каталогизации информационных ресурсов ИОС;
4. создание условий профессионального общения/обмена опытом научных и педагогических кадров;

5. создание центра системного администрирования;
6. создание общедоступной базы данных по учебным дисциплинам.

Рис. 2. Структура интегрированной технологии образования

На основании проведенных исследований предлагаются концептуальные основы функционирования ИОС университета [3]:

1. разработка необходимы сред процесса получения знаний (ресурсной, технологической, процессуальной и др.);
2. установление размеров и источников обеспечения для учебного процесса;
3. внедрение технологий получения и обмена информацией;
4. разработка способов и методов по взаимодействию всех сторон процесса обучения;
5. результативность ИОС при изучении учебных дисциплин.

Алгоритм выбора вида интегрированной технологии (ИТ) показан на рисунке 3.

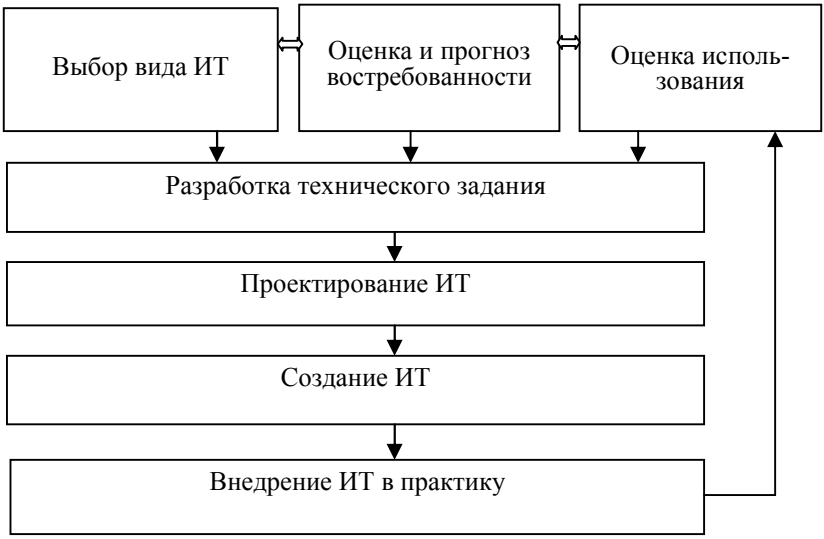


Рис. 3. Порядок последовательных действий по выбору ИТ процесса получения знаний

Функционирование ИОС позволяет быстро, объективно и результативно проанализировать все показатели процесса получения знаний, своевременно оценить качественные и количественные изменениях в ее состояние. Все информационные образовательные ресурсы, компьютерные средства обучения, современные средства коммуникаций и обучающие технологии должны постоянно обновляться и совершенствоваться.

Главное назначение современной ИОС университета состоит в удовлетворении образовательных потребностей студентов, в повыше-

нии уровня образования, в улучшении образовательных ресурсов и услуг за счет использования инструментов инновационного менеджмента университетского образования. Основными характеристиками современной ИОС университета являются возможность индивидуального самообучения, открытость, целостность и технологичность. Необходимо создать и поддерживать на высоком уровне средства хранения, обработки и использования всех видов информации, постоянно расширять доступ к новым источникам информации и возможность свободного общения посредствам телеконференции, видео-чаты и т. п.

Процесс получения знаний и навыков студентами в университете – это систематическая работа на всех этапах учебного процесса и в разнообразных формах: на лекциях, на семинарских и практических занятиях, на групповых и индивидуальных консультациях. Образовательный процесс должен оцениваться как с количественной (формальной) стороны, так и с качественной стороны (по содержанию).

Образовательный процесс предусматривает итоговый контроль знаний. Как правило, итоговый контроль включает проверку у студентов (на экзамене/зачете) знания теорий, концепций, фактов и т. п., что не всегда соответствует качественной профессиональной подготовке [5]. Учебные занятия по дисциплине проводятся в течение семестра, а экзамен/зачет по ней - вместе с другими дисциплинами в сессию. Для эффективности процесса получения знаний можно применять интенсивный подход в планировании семестровой нагрузки и изучении блока дисциплин. То есть, изучение дисциплин определенного блока сконцентрировать в течение нескольких месяцев в учебном семестре. Экзамены/зачеты по этим дисциплинам студенты сдают по окончанию срока их изучения. Затем интенсивный подход применяется для изучения дисциплин другого блока.

При такой организации процесса получения знаний и их контроля достигается технологичность образовательного процесса. При таком режиме организации семестровой нагрузки достигается оптимизация преподавательской деятельности. В период преподавания других дисциплин преподаватель может совершенствовать методическую и научно-исследовательскую работу, а не совмещать ее с выполнением учебной аудиторной нагрузкой.

На основании основных задач и назначения ИСО предложена схема модели информационно-образовательной среды университета (рисунок 4) [4].

Рис. 4. Схема модели информационно-образовательной среды

Инновационный менеджмент университетского образования имеет три стадии. Первая стадия характеризуется ростом интеллектуального потенциала (повышение профессионального уровня профессорско-преподавательского состава, повышение качества и объема знаний, совершенствование технологий работы, мотивация интеллектуального труда, повышения творческой активности). Вторая стадия управления знаниями заключается в передаче знаний и материализация их через компетенции будущей специальности у студентов. Третья стадия оценивается как результат деятельности интеллектуального потенциала университета и удовлетворение отраслей экономики конкурентоспособными квалификационными специалистами.

Совершенствование ИОС является важной задачей университета. Ее решение позволит на высоком методическом и педагогическом уровне проводить как индивидуальную, так и коллективную работу в учебных группах. Применение инструментов инновационного менеджмента позволит интегрировать формы и способы учебного процесса в соответствии с учебным планом и программами дисциплин. Внедрение инновационных технологий обучения повысит качество усвоения образовательных программ при изучении учебных дисциплин.

Библиографический список:

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года. // Минск, 2015. – 143 с.

2. Концепция информатизации системы образования Республики Беларусь на период до 2020 г.// Консультант Плюс: Беларусь. Технология 3000, Нац. Центр правовой информации Республики Беларусь. - Минск, 2013. - 20с.

3. Ролевич, И.В., Морзак, Г.И., Зеленухо, Е.В. Создание информационно-образовательной среды в учреждениях высшего образования// Экологическое образование и устойчивое развитие. Состояние, цели, проблемы и перспективы: материалы международной научно-методической конф.: электронный сборник. – Минск: МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, 2021. – С.215-217.

4. Ролевич, И.В. Формирование информационно-образовательной среды в учреждениях высшего образования / И.В. Ролевич, Е.В. Зеленухо, Г.И. Морзак. – Минск: РИВШ, 2019.– 124 с.

5. Соловова, Н. В. Управление образовательными системами: учеб. пособие / Н. В. Соловова, Н. Б. Стрекалова. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 80 с.

УДК 528.44

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГКУ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ ПОСРЕДСТВОМ ВНЕСЕНИЯ В ЕГРН СВЕДЕНИЙ О ГРАНИЦАХ ОХРАННЫХ ЗОН ЛЕСНЫХ МАССИВОВ С ЦЕЛЬЮ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Лукашина А.А., Чекулаев В.В.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Рассматриваются проблемы, возникающие при государственном кадастровом учете недвижимого имущества. Предлагаются рекомендации по совершенствованию Единого государственного реестра недвижимости, проведению кадастровых работ, оптимизации процесса кадастрового учета объектов недвижимости в соответствии с охранными зонами лесных массивов.

В настоящее время тема установления зон с особыми условиями использования территории (далее ЗОУИТ) является очень важной и актуальной. С каждым годом земельное законодательство претерпевает изменения: на публичной кадастровой карте формируются новые ЗОУИТ, отображаются ранее установленные – это упрощает жизнь землепользователей, поскольку границы данных зон наглядно показаны, что способствует рациональному и эффективному использованию земельных участков.

Понятие ЗОУИТ впервые появилось в Градостроительном Кодексе Российской Федерации (ГрК РФ) в 2008 году и включало в себя перечисление видов таких зон, однако строгого определения в законодательстве до сих пор нет.

В 2018 году в связи с Федеральным законом от 03.08.2018 № 342-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» в Земельный Кодекс РФ были внесены поправки, в связи с чем введена новая глава XIX «Зоны с особыми условиями использования территорий» [3]. На данный момент в ней установлено 28 видов таких зон вместо 10, регламентированных положениями ГрК РФ, по сей день данные определения являются уместными и не противоречат друг другу.

Так как перечень ЗОУИТ, представленный в Земельном кодексе является закрытым, то для введения новой зоны помимо предписаний специальных нормативных правовых актов необходимо наличие дан-

ного вида зоны с особыми условиями использования территории в перечне, закрепленном в статье 105 кодекса.

Введение закрытого перечня ЗОУИТ существенно снижает риски для правообладателя участка, поскольку в настоящее время сложно утверждать, что выявлены все ограничения в отношении участка.

Следует учитывать, что сведения о ЗОУИТ, установленных до 04.08.2018, являются актуальными вне зависимости от попадания в закрытый перечень, поскольку на момент их установления перечень видов ЗОУИТ еще не был установлен.

В Тульской области сведения о зонах с особыми условиями использования территорий в Единый государственный реестр недвижимости вносятся с 2020 года [5].

За 2022 год по Тульской области было внесено 20 629 границ ЗОУИТ в Единый государственный реестр недвижимости [4]. Уполномоченный орган государственной власти или местного самоуправления принимает решение об установлении ЗОУИТ на основании федеральных законов и положений. Эти сведения передаются в Росреестр для внесения их в Единый государственный реестр недвижимости (далее ЕГРН), после чего зона с особыми условиями считается установленной.

При внесении сведений о ЗОУИТ в ЕГРН одновременно формируются сведения об обременениях на земельные участки или их части, попадающие в границы такой зоны, а значит, на земельных участках, которые включены в состав таких зон, вводится особый режим использования земельных участков, ограничивающий или запрещающий те виды деятельности, которые не совместимы с целями установления ЗОУИТ.

В настоящее время в соответствии с п. 24 статьи 106 Земельного кодекса РФ ограничения на земельные участки, возникшие в связи с определением ЗОУИТ, считаются установленными со дня внесения в ЕГРН сведений о таких зонах.

Несмотря на то, что ЗОУИТ являются обременением, подлежащим обязательной регистрации, у государственных органов и судов сформировалась позиция, в соответствии с которой ЗОУИТ существует вне зависимости от государственной регистрации. Например, в отношении охранных зон суды указывали, что создание такой зоны и ограничения по использованию земельного участка в охранной зоне связаны с самим фактом существования объекта, а не с регистрацией охранной зоны. Данный подход нарушает права собственников участков и объектов капитального строительства (далее ОКС), расположенных на них. Правообладатели, действуя разумно и осмотрительно, на-

пример, заказав выписку из ЕГРН, не могли получить информацию о попадании объектов недвижимости в ЗОУИТ.

Подобная ситуация происходит при государственном кадастровом учете ОКС, расположенных близ лесных массивов, в рамках программы «дачная амнистия», то есть при упрощенном порядке регистрации недвижимого имущества, не требующего получение разрешения на строительство.

Упрощенный порядок регистрации недвижимости влечет за собой нюансы, связанные с тем, что в данный момент графическое отображение границы защитной зоны лесного массива можно увидеть только в градостроительном плане земельного участка.

В соответствии с статьей 57 Градостроительного кодекса Российской Федерации градостроительный план земельного участка (ГПЗУ) выдается в целях обеспечения субъектов градостроительной деятельности информацией, необходимой для архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции объектов капитального строительства в границах земельного участка [1].

В ГПЗУ содержатся: сведения территориального планирования; градостроительные нормы, соответствующие виду разрешенного использования участка; данные о наличии обременений в связи с нахождением объекта недвижимости в зоне с особыми условиями и границах такой зоны.

Градостроительный план предоставляется исключительно собственнику земельного участка или доверенному лицу при предъявлении необходимых документов. Получить услугу можно посредством обращения с соответствующим заявлением в орган местного самоуправления. В городском округе г.Тула предоставлением градостроительной документации занимается Управление градостроительства и архитектуры.

В целях оптимизации работ по кадастровому учету и увеличению достоверности информации предлагаю внести в Единый государственный реестр недвижимости сведения о границах охранных зон лесных массивов.

В соответствии с классификацией, приведенной в статье 105 Земельного кодекса Российской Федерации данные зоны при внесении в ЕГРН будут классифицированы как охранные зоны особо охраняемой природной территории (государственного природного заповедника, национального парка, природного парка, памятника природы).

В связи с положениями Федерального закона №218 в течение 5 рабочих дней орган регистрации прав со дня внесения в ЕГРН сведений о зонах с особыми условиями использования территорий, уведом-

ляет собственников земельных участков, попавших в границы этих зон в электронной форме [2]. Уведомляются собственники через личный кабинет официального сайта Росреестра или по адресу электронной почты, указанному правообладателем.

В соответствии с п 4.14 СП 4.13130.2013 Свода правил «Системы противопожарной защиты ограничение распространения пожара на объектах защиты требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» противопожарные расстояния от зданий и сооружений, расположенных на территориях населенных пунктов, до границ лесных насаждений определяются в связи с породой деревьев. Таким образом, в лесах хвойных или смешанных пород они составляют более 50 метров, в лесных массивах лиственных пород - более 30 метров.

Измерение расстояний от наружных конструкций объектов капитального строительства до границы лесного массива устанавливается по наименьшему расстоянию между ними.

Границы лесных насаждений в ЕГРН устанавливаются органами государственной власти. На территории г.о г.Тула определены границы земельных участков, относящихся к землям лесного фонда, и имеют отображение на Публичной кадастровой карте. В свою очередь защитные зоны участков лесных массивов определены органами местного самоуправления, но являются закрытыми данными и используются только для служебного пользования.

Предоставление данных о границах ЗОУИТ земель лесного фонда в открытый доступ позволит облегчить процедуру подготовки кадастровой документации и последующего учета объектов недвижимости.

Наглядное представление о местоположении границ охранных зон лесного массива позволит повысить достоверность сведений и избежать реестровых ошибок, связанных с кадастровым учетом объектов недвижимого имущества, расположенных вблизи данных зон.

Совершенствование кадастрового учета объектов недвижимости является ключевой задачей для обеспечения эффективного и рационального использования природных ресурсов. Установление границ охранных зон лесных массивов в ЕГРН упростит процедуру проверки кадастровой документации на соответствие положениям, закрепленным в законодательстве, оптимизирует порядок кадастрового учета, систематизирует сведения, минимизирует количество реестровых ошибок - это позволит создать надежную основу для рационального использования природных ресурсов и обеспечение их сохранности для будущих поколений.

Библиографический список:

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: ГрК: Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2004 № 190–ФЗ: [принят Государственной Думой 22 декабря 2004 года: одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года]: [редакция от 14.07.2022] : [с изменениями и дополнениями, вступившими в силу с 04.08.2023]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/cdec16ec747f11f3a7a39c7303d03373e0ef91c4/#dst2435 (Дата обращения: 03.11.2023). - Режим доступа: Открытый – Текст: Электронный.

2. О государственной регистрации недвижимости: Федеральный закон от 13.07.2015 года № 218-ФЗ: [принят Государственной Думой 3 июля 2015 года : одобрен Советом Федерации 8 июля 2015 года] : [редакция от 04.08.2023]. - URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/aec996e2d81cfc470e7bb25a5d57100b8a3cd106/ (Дата обращения: 04.11.2023). - Режим доступа: Открытый – Текст: Электронный.

3. О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 03.08.2018 № 342-ФЗ: [принят Государственной Думой 26 июля 2018 года: одобрен Советом Федерации 28 июля 2018 года] : [редакция от 04.08.2023]. - URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_304066/ (Дата обращения: 03.11.2023). - Режим доступа: Открытый – Текст: Электронный.

4. Министерство внутренней политики и развития местного самоуправления в Тульской области. Текст: Электронный // Официальный сайт Правительства Тульской области – 2022. – 19 октября. - URL:1. https://mvp.tularegion.ru/press_center/informatsiya-rosreestra/v-tulskoy-oblasti-vneseno-20-629-granits-zon-s-osobymi-usloviyami-ispolzovaniya-territoriy/ (Дата обращения: 03.11.2023).

5. Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Тульской области. Внимание! В ЕГРН внесены зоны с особыми условиями использования территории. Текст: Электронный // Сайт Росреестра – 2020. – 27 января. - URL:1. https://rosreestr.gov.ru/press/archive/vnimanie-v-egrn-vneseny-zony-s-osobymi-usloviyami-ispolzovaniya-territorii-71-35/ (Дата обращения: 03.11.2023).

⚒⚒⚒

УДК 303.09: 355.014

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РОССИИ В КОНТЕКСТЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ДВУХСОТЛЕТНЕМ ИСТОРИОМЕТРИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ

Волков А.В.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Представлена концепция двухсотлетнего историометрического цикла социально-экономического развития России в XIX веке – первой трети XXI века, указаны его основные историче-

ские рубежи и фазы. Приведены экспертные оценки особенностей некоторых рубежей.

Обсуждаемый экспертами кризис первой четверти XXI века может быть выражен – и в аспекте постановки задач исследований, и в плане их решения – как пространственно-временн*ое* сопряжение динамики экологических, финансово-экономических, социальных, военно-политических сил исторического развития общества. Разнонаправленное влияние на ход развития комплекса факторов определяет сложную ритмическую структуру истории общества, численно характеризуемую адекватным параметром порядка, а также специфику формируемых на основе данной методологии моделей исторической динамики.

Основоположник теории систем, австрийский биолог К. Л. фон Берталанфи в разделе «Теоретическая история» обзора ключевых идей направления отмечал: «…Мы пришли к тем высшим и пока ещё весьма смутно определяемым явлениям, которые обычно называют человеческой культурой и цивилизацией. Область, изучающая эти явления, выступает, как правило, под названием «философии истории». Мы предпочитаем говорить о «теоретической истории», оговаривая при этом, что речь идёт о самых первых её началах. Задача этой области – создать связующую нить между «наукой» и «гуманитарными дисциплинами». <По-видимому, …> в обоих случаях вы имеете лишь концептуальную модель, которая всегда будет представлять только определённые аспекты явлений и по этой причине будет всегда принципиально односторонней. Отсюда следует, что создание концептуальных моделей в истории не только допустимо, но фактически лежит в основе любой исторической интерпретации как исследования, отличающегося от простого перечисления эмпирических данных… Учитывая все сделанные против циклических моделей истории возражения – ограниченный метод исследования, фактические ошибки, вытекающую из таких моделей, необычайную сложность исторического процесса и т. д., – мы, тем не менее, вынуждены признать, что эти модели удовлетворили все самые серьёзные критерии проверки научной теории. <…> Каждая модель становится опасной только тогда, когда она не передаёт ничего, кроме заблуждения» [1].

Фактически, аналитические возможности и ограничения теоретической истории тестировались на протяжении многих столетий. Результаты осмысления закономерностей истории часто облекались в форму концепций её циклической организации. В России известность получили логические конструкции В.А. Мошкова [2], А.Л. Чижевского [3], Л.Н. Гумилёва [4], Й.А. Шумпетера [5] и других учёных. Однако, согласно принципа логической неполноты, любая умозрительная схема имеет изъян: она содержит утверждения, которые не могут быть доказаны в рамках исход-

ной системы. При этом логическая неполнота выступает неотъемлемым свойством любой конструкции: никакие способы её организации не устраняют такого рода свойство. Более того, система содержит в себе логическое противоречие, которое невозможно выявить, оставаясь в пределах базовой схемы. Для того, чтобы ликвидировать изъян, необходимо выйти за пределы исходной схемы, в том числе воспользоваться языком, оперирующим довольно общими категориями [6].

Несмотря на подобные ограничения, формализация (включая принципы исчисления, математического моделирования и прогнозирования) динамики социальных систем различных уровней организации продолжает оставаться актуальной проблемой. Поэтому нами обоснован *принцип* классификации ритмов развития социальных систем, предложена собственно классификационная схема, по-видимому, обладающая чертами регулярного строения. Подробно аргументация излагалась в серии публикаций 2007-2022 годов, и воспроизвести её вновь возможности нет.

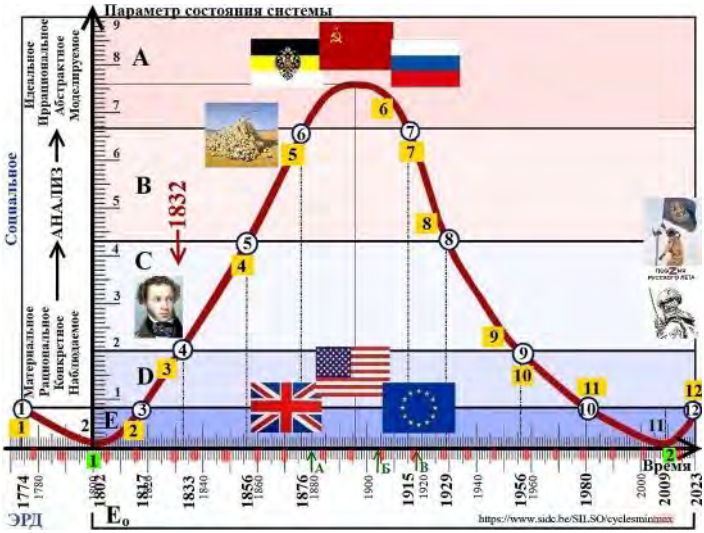


Рис.1 .Рубежи и фазы двухсотлетнего историометрического цикла: цифры на фоне круга – смена типов социальных трансформаций; цифры на фоне квадратов – военно-политические события; цифры в нижнем пространстве – экономические кризисы; точки на шкале времени – максимумы солнечных циклов

Ключевую позицию в классификации ритмов занимает приблизительно двухсотлетний цикл. В общем случае, он трактуется как один из низкочастотных циклов социально-культурных изменений, определяемых сменой идеологического вектора развития общества.

Наше видение хода двухсотлетнего цикла в пространстве эшелонов российской культуры «*E-A*» представлено на рисунке.

Предварительно скажем, что от даты завершения текущей военно-политической ситуации (войны) до исторического рубежа смены эшелонов «*E-A*» в ходе развития двухсотлетнего цикла, в среднем, проходит около 5,3 года. При этом средняя формальная – без учёта исторической детализации – продолжительность военного конфликта, случившегося в XX веке с участием России, составляла 5,37 года [7].

Используемые в рассуждениях даты и соответствующие интервалам группы событий заимствованы с ресурса *www.hrono.ru*.

Рассмотрим характеристики рубежей наиболее существенных, но, разумеется, не исключающих иные изменения, типов социальных трансформаций, которые на рисунке индексированы цифрами в кругах.

1. Точка-граница № 1: 1774 ± 0,5 года, то есть примерно с 1773.06 по 1774.06 годы.

2. Точка № 2 – минимум приблизительно двухсотлетнего ритма: (1774 ± 0,5) + 28 лет = 1802 ± 0,5 года, то есть примерно с 1801.06 по 1803.06 годы. По мнению А.И. Фурсова, в истории Европы фаза 1790-1810 годов оказалась кризисной, была отмечена «ухудшением экономического состояния общества, снижения уровня потребления и качества жизни населения».

3. Точка-граница № 3: (1802 ± 0,5) + 15 лет = 1817 ± 0,5 года, то есть примерно с 1816.06 по 1818.06 годы.

Мы полагаем, что на этом рубеже состоялось завершение модернизации эшелона культуры «*E*» (личная и культурная автономия человека-гражданина; преимущественно индивидуальные формы мышления и деятельности человека; культура повседневности) и началось оформление нового эшелона «*D*» – различных (на данном этапе, сословных) референтных групп и их субкультур. Несмотря на законодательные акты начала 1800-х годов, для достижения такого результата требовалось время. Рубежу предшествовало завершение Отечественной войны 1812 года. Воплощением «*Z*-культуры» первой трети XIX века явился, на наш взгляд, А.С. Пушкин.

4. Точка-граница № 4: (1817 ± 0,5) + 16 лет = 1833 ± 0,5 года, то есть примерно с 1832.06 по 1834.06 годы. В эту фазу состоялось наибольшее воплощение эшелона «*D*», а также началась модернизация эшелона

«*C*», в том числе получили развитие и институциональное оформление техническое знание («технэ»), экономика во всех её проявлениях.

Обычно термином «технэ» обозначают знания и способности, нацеленные на разработку, конструирование, производство каких-либо артефактов. «Технэ» занимает среднее положение между опытом и теоретическим знанием, выступая особого рода «продуктивным знанием», относящимся к области изменчивого, находящегося в процессе становления. В древнегреческой философии *techne* (греч. τέχνη) трактовалось как искусное ремесло.

5. Точка-граница № 5: (1833 ± 0,5) + 23 года = 1856 ± 0,5 года, то есть примерно с 1855.06 по 1857.06 годы. На этом рубеже завершилась реконструкция эшелона «*C*», началась модернизация эшелона «*B*», объединяющего инструменты формирования и верификации общей и научной картин мира, а также аппарат защиты государственной власти от внутренних и внешних посягательств (принуждения).

6. Точка-граница № 6: (1856 ± 0,5) + 20 лет = 1876 ± 0,5 года, то есть примерно с 1875.06 по 1877.06 годы. В этой фазе завершилась модернизация эшелона «*B*», включая военное строительство, началось формирование эшелона «*A*» – инструментов разработки и воплощения проектов будущего, интегрирующих российскую мифологию, религию и религиозную философию, государственную идеологию.

7. Точка-граница № 7: (1876 ± 0,5) + 39 лет = 1915 ± 0,5 года, то есть примерно с 1914.06 по 1916.06 годы. В эту эпоху, на наш взгляд, в целом, завершилось строительство эшелона «*A*», связанного с инструментами проектирования и реализации образов будущего; двухсотлетний историометрический цикл возвращается в пространство эшелона «*B*», нацеливая усилия на защиту принятого образа будущего от внешних и внутренних посягательств (угроз).

В контексте событий интервала (см. рисунок, позиции 6-7) примечательно, что в мая 1880 года на должность обер-прокурора Священного Синода назначен правовед, писатель, переводчик, историк церкви, профессор К.П. Победоносцев (1827-1907). При его участии, после двухсотлетнего перерыва, возобновились соборы русских архиереев, ежегодно открывалось около 200 храмов, активизировалась миссионерская и просветительская деятельность (↑А). В сентябре 1903 года, на пороге первой русской революции и за год до ухода из жизни, А.П. Чехов завершил, видимо, одну из самых известных русских пьес – «Вишнёвый сад» (↑Б). А в январе 1918 года Совет народных комиссаров принял Декрет об отделении церкви от государства (↑В).

Интервал 1881-1882 годов – острая фаза промышленного кризиса. По мнению В.Ю. Катасонова, кризис возник в 1873 году и проходил до

1896 года. Его общая продолжительность достигла 23 лет, то есть превысила «Великую депрессию» 1929-1939 годов.

8. Точка-граница № 8: (1915 ± 0,5) + 14 лет = 1929 ± 0,5 года, то есть примерно с 1928.06 по 1930.06 годы. В эту эпоху, в завершение строительства эшелона «*B*», произошла, по сути, институциализация новой картины мира. На этой смысловой базе началось оформление очередного эшелона «*C*», объединяющего экономику во всех её проявлениях, включая индустриализацию, порождение и применение технического знания. Этому предшествовала Гражданская война в России и военное вмешательство стран Антанты и Четверного союза в Гражданскую войну на стороне Белого движения (1918-1922).

9. Точка-граница № 9: (1929 ± 0,5) + 27 лет = 1956 ± 0,5 года, то есть примерно с 1955.06 по 1957.06 годы. Рубеж отмечает завершение эшелона «*C*» и начало оформления эшелона «*D*», объединяющие различные по замыслу референтные группы и их субкультуры. Этому предшествовало завершение II Мировой войны, «атомная гонка», первые аккорды Холодной войны, включая события в Будапеште («Венгерское восстание», 1956 год). Начало «оттепели» 1960-х годов дало импульс движениям шестидесятников, диссидентов, «физиков и лириков», других социальных групп, выраженная культурная специфика которых – особенности мышления и профессиональной деятельности – питали кинематограф и литературу.

10. Точка-граница № 10: (1956 ± 0,5) + 24 = 1980 ± 0,5 года, то есть примерно с 1979.06 по 1981.06 годы. На этом участке исторической траектории России, пожалуй, завершилось воплощение эшелона «*D*», началось «брожение» эшелона «*E*», предполагавшего рост личной и культурной автономии человека-гражданина, замыкание его в пределах ближнего круга общения, расширение палитры индивидуальных мнений и способов самовыражения. В эту эпоху реализуется лозунг «Всё – во имя человека, для блага человека». По нашему мнению, «олимпийский год» – примечательный рубеж в истории России, и приведённый идеологический тезис вполне отражает содержание эшелона «*E*».

11. Точка № 11: (1980 ± 0,5) + 29 = 2009 ± 0,5 года, то есть примерно с 2008.06 по 2010.06 годы. По-видимому, речь следует вести о «нижней» точке текущего эшелона «*E*», сопряжённой с драматичными событиями международного финансово-экономического кризиса 2008-2010 годов, положившего конец индивидуальному благополучию масс.

12. Точка-граница № 12: (2009 ± 0,5) + 14 лет = 2023 ± 0,5 года, то есть примерно с 2022.06 по 2024.06 годы. На этом рубеже, похоже, завершилось воплощение идей текущего эшелона «*E*», связываемого с динамикой личной и культурной автономии человека-гражданина; всё отчётливее

о себе заявляет новый эшелон «*D*», предполагающий оформление разнокачественных референтных групп своего времени и их субкультур, а в реалиях лета 2023 года, – так называемой «*Z*-культуры».

Итак, 2023 год – определённо переломная точка исторической траектории современной России.

Теперь же приведём вынесенные на рисунок обозначения, размещённые на фоне квадратов в верхнем и нижнем полупространстве рисунка.

Верхнее полупространство:

1) 1768-1774 годы; русско-турецкая война, восстание Е. Пугачёва;

2) 1812 год; Отечественная война с армией Наполеона;

3) 1825 год; восстание Декабристов;

4) 1854.09-1855 годы; нападение англо-французского экспедиционного корпуса на Крым, оборона Севастополя,

5)1864-1885 годы; военная компания в Средней Азии; 1864-1868 годы; война России с Бухарским ханством; 1871 год; картина В. В. Верещагина «Апофеоз войны»;

6) 1904.02-1905.09 годы; русско-японская война;

7) 1914-1919 годы; Первая мировая война;

8) 1918-1920 годы; Гражданская война в России; 1918 год; интервенция японских войск во Владивостоке; интервенция английских, американских, французских войск, а также соединений других государств; 1921 год; завершение советско-польской войны;

9) 1939.09-1945.09 годы; Вторая мировая (Великая Отечественная) война;

10) 1955.01 год; СССР объявляет о прекращении состояния войны с Германией; «атомная гонка»; первые фазы Холодной войны;

11) 1979.12-1889.02 годы; война СССР в Афганистане;

12) 2022.02.24 год; начало специальной военной операции РФ на Украине.

На основании приведённого списка, укажем вновь, что от округлённой даты завершения военно-политической ситуации до исторического рубежа смены эшелонов «*E-A*» в ходе развития двухсотлетнего цикла проходит около 5,3 года.

В нижнем полупространстве рисунка цифрами на фоне квадратов обозначены:

1) 1800 год; середина европейского «кризиса цен» 1790-1810 годов (по А.И. Фурсову);

2) 2008-2010 годы; международный финансово-экономический кризис;

3) 1881-1882 годы; промышленный кризис в России (на рис. 3 не индексирован).

В целом, по-видимому, можно говорить о проявлении на двухсотлетнем интервале российской истории масштабного экономического цикла средней продолжительностью около 50 лет; теория цикла разработана Н.Д. Кондратьевым.

К этому добавим, что имеются финансово-экономические циклы и иной – меньшей или большей – продолжительности, анализ проявления которых в пространстве специфических индикаторов – предмет отдельных публикаций. Корпус подобных работ весьма широк, и наш текст никак не претендует на его пополнение.

Кроме того, любой ритм, выделяемый в структуре единого социально-исторического процесса, в большинстве случаев, не является элементарной гармоникой (колебательной модой, выступающей моделью периодического процесса). Ритмы истории осложнены амплитудной и фазовой модуляцией (ритмы естественноисторических процессов – ещё и частотной модуляцией), что обуславливает трансформацию периодической моды в циклическую. Специфика последней состоит в том, что численные характеристики соответствующей модели не совпадают через равные промежутки времени. Например, соседние фазы максимумов отличает разная амплитуда; максимумы разделяют неодинаковые промежутки времени.

13. Точка-граница № 13: (2023 ± 0,5) + 16 лет = 2039 ± 0,5 год, то есть примерно с 2038.06 по 2040.06 годы. По-видимому, речь пойдёт о завершении институциализации эшелона референтных групп «*D*» и первых этапах кристаллизации нового эшелона «*C*», связанного с приращением и масштабированием современного технического знания, с новой, мобилизационной индустриализацией государства, с адаптацией финансовых и экономических инструментов к реалиям и задачам предвоенной/военной поры.

Если вспоминать научное наследие А.Л. Чижевского, в частности, его теорию 11-летнего историометрического цикла, то геополитическая, военно-политическая, экономическая и экологическая ситуация середины 2030-х годов может оказаться весьма напряжённой. Действительно, по информации лаборатория солнечной астрономии ИКИ РАН и ИСЗФ СО РАН, ныне планета «приближается к максимуму солнечного цикла, до которого, по некоторым оценкам, остается менее года, число сообщений о рекордных магнитных бурях… начинает расти» (*https://tesis.xras.ru/info/ 2023 0705.html*). Рассуждая весьма грубо, следующий максимум окажется локализован в середине 2030-х годов и ему

будет соответствовать вторая – «военная» – фаза 11-летнего историометрического цикла А.Л. Чижевского.

В заключение, на основании всего сказанного, сформулирует следующие положения.

1. Каждый исторический рубеж двухсотлетнего цикла характеризуется датой вида $d \pm 0{,}5$ года, что не противоречит теореме отсчётов академика В.А. Котельникова для эмпирического ряда ежегодных величин изучаемого показателя системы.

2. Принятый к рассмотрению двухсотлетней ритм, как и любой другой ритм из их комплекса, определяющего динамику исторических изменений изучаемой системы, делится на 9 вертикальных сегментов: 207 / [8 + 1] = 23 года, где один сегмент имеет максимальную длительность; принцип задаёт величину укрупнённого интервала квантования ритма. В случае двухсотлетней моды, эта оценка ($T \approx 23$ года) принадлежит интервалу ритмов, отражающих динамику военно-политических конфликтов, динамику защиты основ государства от внешних и внутренних угроз. В частности, в данном контексте А.И. Фурсов оперирует ритмом с периодом 25 лет.

Другими словами, внутренняя организация двухсотлетнего ритма, в целом, определяется более высокочастотной динамикой военно-политических событий, что отражено на иллюстрации концептуальной модели (см. рисунок).

Если же анализу подлежит, например, цикл с периодом $T = 500$ лет, то укрупнённо он будет квантоваться историческим интервалом $500/9 \approx 56$ лет, что соответствует ритму технологических инноваций Н. Д. Кондратьева. И так – для любого ритма, установленного в спектре исторических изменений изучаемой системы. Но все эти ритмы будут разворачиваться в одном пространстве эшелонов культуры «*Е-А*». Правда, интерпретация особенностей нахождения ритма в пределах того или иного эшелона, интерпретация преобладающего вида социальных трансформаций в данную историческую фазу будет зависеть от периода изучаемого ритма.

3. Формальная модель каждого исторического ритма включает более низкочастотный тренд, в роли которого выступает колебательная мода с периодом, на порядок (9,674) большим, чем величина периода основного ритма. Например, для ритма $T = 207$ лет речь идёт о моде с периодом $T = 207 \cdot 9{,}674 \approx 2002$ года.

Как уже говорилось, ритм $T = 500$ лет укрупнённо квантуется циклом Н. Д. Кондратьева с $T = 56$ лет, а его низкочастотный тренд характеризует период $T = 500 \cdot 9{,}674 \approx 4800$ лет, что соответствует истории так на-

зываемой городской цивилизации, использующей внебиологические инструменты адаптации к изменениям окружающей среды.

В свою очередь, цикл Н. Д. Кондратьева квантуется приблизительно пятилетнем интервалом времени – так называемым «деловым циклом», а его трендом выступает 500-летняя мода.

Допускаем, что приблизительно столетний исторический цикл квантуется 11-летним историометрическим циклом А.Л. Чижевского [3], а его низкочастотным трендом служит тысячелетняя колебательная мода (1000-1200 лет), характеризующая смену фаз этногенеза, в понимании Л.Н. Гумилёва [4].

Отметим, что А.Л. Чижевский также выделял эту идею: «Представляется интересным факт замечательного совпадения… первых максимумов столетия, отстоящих один от другого на 100, 200 и даже 1 000 лет. <…> Во всяком случае, стоит думать, что эта закономерность не случайна, а вызвана свойствами самого цикла солнцедеятельности, то есть его кратностью по отношению к 100, 1 000 и т. д.» [3, с. 42].

Библиографический список:

1. Берталанфи К.Л. фон. Общая теория систем – критический обзор // Исследования по общей теории систем: сборник переводов/ под общ. ред. В.Н. Садовского, Э.Г. Юдина. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23-82. – URL: http:// grachev62.narod. ru/bertalanffy/ bertalanffy_1.html (дата обращения: 03.06. 2016).

2. Мошков В.А. Механика вырождения. – URL: http:// www.rodnoverije.com/ antrop/ moshkov2.html (дата обращения: 15.02.2006).

3. Чижевский А.Л. Земля в объятиях Солнца. – М.: Изд-во Эксмо, 2004. – 928 с. – (Антология мысли).

4. Гумилев Л.Н. География этноса в исторический период. – Л.: Наука, 1990. – 280 с.

5. Шумпетер Й.А. История экономического анализа / пер. с англ. В.С. Автономова, Р. И. Капелюшникова, 1998. – URL: http:// www.schumpeter.rucontents. phpbookanaliz.mht. URL: http:// www.schumpeter.ru/ contents.php? book = analiz (дата обращения: 12.03.2010).

6. Д. Чопра, Л. Млодинов. Война мировоззрений: наука и духовность / пер. с англ. – М.: София, 2012. – 320 с. – С. 233.

7. Россия и СССР в войнах XX века: потери вооруженных сил. Статистическое исследование / под общ. ред. кандидата военных наук, генерал-полковника Г.Ф. Кривошеева. – М.: Олма-пресс, 2001. URL: http:// publicist.n1.by/ conspects/conspect_ Russia_USSR_wars.html (дата обращения: 5.01.2015).

УДК 303.09: 355.014

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБРАЗ ДВУХСОТЛЕТНЕГО ЦИКЛА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Волков А.В.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Предложена модель приблизительно двухсотлетнего цикла истории России в XIX веке – первой половине XXI века. На её основе выполнен расчёт скорости изменения параметра социальной системы и выявлен убывающий тренд в модели скорости. Рассмотрены некоторые особенности методологии анализа циклов исторического развития различной длительности, представленных в спектрах социально-экономических изменений общественных систем.

Предметом анализа выступает приблизительно двухсотлетний цикл российских исторических событий. Обычно он трактуется как один из низкочастотных циклов социально-культурных изменений, определяемых сменой идеологического вектора развития общества. Внутренняя организация цикла определяется высокочастотной динамикой военно-политических процессов с характерным периодом около 25 лет. Допускается наличие ещё более низкочастотного тренда, на фоне которого разворачиваются события основного цикла. Роль тренда выполняет колебательная мода с периодом, на порядок (9,674) большим, чем величина периода основного колебания: $T_{\text{тренд}} = 9{,}674 \times 207 \approx 2002$ года.

Рассмотрим особенности формальной модели двухсотлетнего цикла, представленной в следующем виде (начальная фаза в компоненте амплитудной модуляции не учитывалась) [1]:

$$Q = A_1 \cdot \cos(2\pi d/T_2) \cdot \cos(2\pi d/207 + B_1 \cdot \cos(2\pi d/T_3 + B_3)) + \\ + A_4 \cdot \cos(2\pi d/2002{,}5 + B_4),$$

где Q – параметр порядка социальной системы, исчисляемый в условных единицах, вынесенных на ось ординат; $T_1 = 207$ лет – базовый ритм историометрического цикла; T_2 – период ритма амплитудной модуляции модели (АМ); T_3 – период ритма фазовой модуляции модели (ФМ); $T_4 = 9{,}674 \cdot 207 \approx 2002{,}5$ года – период ритма низкочастотного тренда модели; d – номер года каждого значения ряда ($d = 1$ соответствует 1774 году, то есть год = $d + 1773$); A_i и B_i – численные коэффициенты модели, подбираемые методом наименьших квадратов (в указанной ниже модификации).

Отметим, что использование в компоненте амплитудной модуляции (с периодом T_2) какой-либо начальной фазы заметно снижает величину регрессионного коэффициента R.

Численные значений коэффициентов модели приведены в табл. 1.

Таблица 1

Численные значений регрессионной модели

	Model: Q=A1*cos((2*Pi*d)/T2)*cos((2*Pi)*d/207+B1*cos((2*Pi... (Ckl200hod)						
	Dep. var: Q Loss: (OBS-PRED)**2 Estimation method: Hooke-Jeeves and quasi-Newton						
	Final loss: ,029358593 R= ,98921 Variance explained: 97,853%						
N=10	A1	T2	B1	T3	B3	A4	B4
Estimate	0,542321	0,001000	2,758820	0,100000	0,375586	0,400220	-0,275100

Следовательно, модель собственно историометрического цикла такова:

$$Q_1 = 0{,}5423\cdot\cos(2\pi d/0{,}001)\cdot\cos(2\pi d/207 + 2{,}7588\cdot\cos(2\pi d/0{,}1 + 0{,}3756)).$$

А модель его низкочастотного тренда имеет вид:

$$Q_2 = 0{,}4002\cdot\cos(2\pi d/2002{,}5 - 0{,}2751).$$

Стоит подчеркнуть, что функцией рассматриваемых модельных рядов выступает не сам исходный параметр порядка (Z), а значения его десятичного логарифма: $Q = \lg(Z)$. Поэтому модель логарифма Z, представленная суммой двух слагаемых, означает, что аргументы этих логарифмированных рядов входят в сам параметр в виде произведения; как они практически соотносятся с диагностической и фоновой компонентами модельного ряда Z ($10^{[QM]}$), – вопрос отдельный. Тем не менее, поскольку логарифм – возрастающая функция на всей области определения, большему значению аргумента соответствует большее значение функции, а максимальному на данном отрезке аргументу, – максимальное же значение функции (взаимно-однозначное соответствие). Поэтому мы допускаем, что локализация на оси времени экстремальных точек логарифмированных рядов отражает локализацию экстремумов фоновой и диагностической компонент ряда Z. Видимо, можно было принять заметное уменьшение величины регрессионного коэффициента R, сформировав линейную модель процесса не для ряда $Q = \lg(Z)$, а для исходного ряда Z.

Кроме того, в ходе подгонки модели пришлось «пожертвовать» численными значениями минимумов ряда Z, первоначально принятыми исходя исключительно из умозрительных соображений. На временной локализации минимумов это сказалось незначительно. Содержательно же, точки минимумов не вышли за пределы пространства эшелона культуры «E». По-видимому, этот результат означает, что движение исторической траектории в пределах эшелона «E», особенно в XIX-XX веках, ав-

томатически не предполагает «тестирование» его нижней, минимальной границы.

Подобным образом сформированная модель (*QM*) сохраняет свойство аддитивности, то есть представляет собой линейную комбинацию двух слагаемых – базового ритма (*Q200M*) и его, в общем случае, нелинейного тренда (*QtrM*).

Временн*а*я динамика ряда десятичных логарифмов параметра порядка системы (*Q*), модельного ряда (*QM*) и его компонентов приведена на рис. 1.

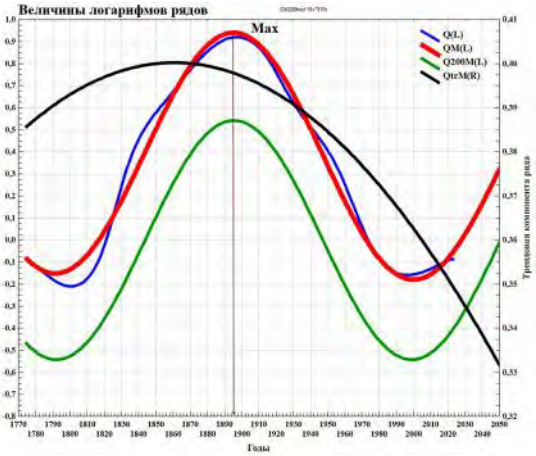


Рис. 1. Временной ход десятичных логарифмов исходного и модельного рядов, а также компонент модельного ряда

В данном расчёте, включая рис. 1, приняты следующие обозначения: *Z* – исходные величины параметра порядка в условных единицах исчисления («мера» исторической динамики, природа которой подлежит обсуждению); *Q* – величины их десятичных логарифмов; *QM* – величины регрессионной модели ряда; *Q200M* – величины базового цикла изменений; *QtrM* – величины низкочастотного тренда модели; *L* – левая шкала, *R* –правая шкала.

Согласно рис. 1, кульминация исходного и модельного циклов состоялась в середине 1890-х годов (↓), что практически совпадает с умозрительной оценкой. Кульминация же низкочастотного тренда произошла несколько ранее – в окрестности 1860 года, от которого обычно ведут отсчёт современной индустриальной эпохи и с которым связывают появле-

ние экологического знания, как особого предмета анализа. В текущую эпоху тренд вовлечён в нисходящие изменения.

Заметим, что и сам низкочастотный тренд (*QtrM*) может обладать более или менее выраженной асимметрией или оставаться симметричным (в пределах изучаемого периода колебаний). Следовательно, ритмическая модель исторического процесса объединяет несколько ритмов, сохраняющих свою качественную автономность (в аспекте отражения ими доли общей «причинности») и, одновременно, влияющих на другие ритмы группы. Чем значительнее период колебания ритма, тем на большее число высокочастотных ритмов он влияет (через набор ритмов-посредников). А поскольку в картине самых низкочастотных ритмов о себе заявляют именно феномены наиболее инвариантного эшелона культуры «*A*», такие как этническая культура, мифология народа, религиозные воззрения и инструменты их воспроизводства, указанный эшелон, безусловно, определяет динамику и всех остальных эшелонов – институтов общества.

В начале XXI века величина минимума модельного двухсотлетнего цикла чуть меньше таковой, локализованной в окрестности 1800 года.

Ход исходных и модельных величин двухсотлетнего цикла, исчисляемых в первоначально установленных условных единицах измерения (не в логарифмах!), а также формально полученных линейных трендов рядов (с границами доверительных интервалов) представлен на рис. 2. Переход к линейным трендам обусловлен исключительно графическими возможностями программного обеспечения.

Согласно рис. 2, подходя к ситуации даже с сугубо формальных (расчётных) позиций, в изучаемых рядах имеются нисходящие, в д*а*нном построении – линейные, тренды. Их модели представлены в верхнем полупространстве рисунка. Отсутствие огибающей у ряда исходных величин *Z* обусловлено ограничениями и возможностями используемого программного обеспечения.

В соответствии с ходом предварительных рассуждений, рассмотрим динамику скорости изменения модельных величин выборки, линейный тренд ряда скоростей, представленных в пространстве набора эшелонов культуры «*E-A*» (рис. 3); эшелоны культуры выделены различной тонировкой и буквенными индексами слева.

На рис. 3 использована двухцветная градиентная окраска, что было распространено какое-то время назад, да и ныне многие графические материалы выглядят именно так.

Согласно рис. 3, некоторая асимметрия графика параметра *Z*_мод связывается нами с наличием в структуре ряда скорости (*V*_мод) убывающего тренда ($|Max| \neq |Min|$), скорее всего, также колебательной при-

роды, который на известных участках (и для целей графической визуализации результатов) может быть приближен линейной функцией.

Рис. 3 позволяет допустить, что расхождение в датах рубежей, разделяющих два смежных эшелона культуры, устанавливаемых по исходному и модельному рядам, не превышает 10 лет (отмечено наклонной штриховкой и символом «*» на рис. 3), причём в XX веке это расхождение между умозрительными и формальными модельными значениями ещё меньше.

Представляется важным, что оформление нового эшелона «*C*», связываемого нами с приращением технической культуры, результатами его масштабирования в реальном производстве, с использованием актуальных в предстоящую фазу инструментов спекулятивной экономики, состоится никак не ранее середины XXI столетия («новая реальность», о которой ныне рассуждают эксперты; рис. 4). Этому историческому результату, видимо, будет предшествовать масштабное военно-политическое событие, допускаемое нами не ранее середины 2030-х годов и до 2042-2043 годов.

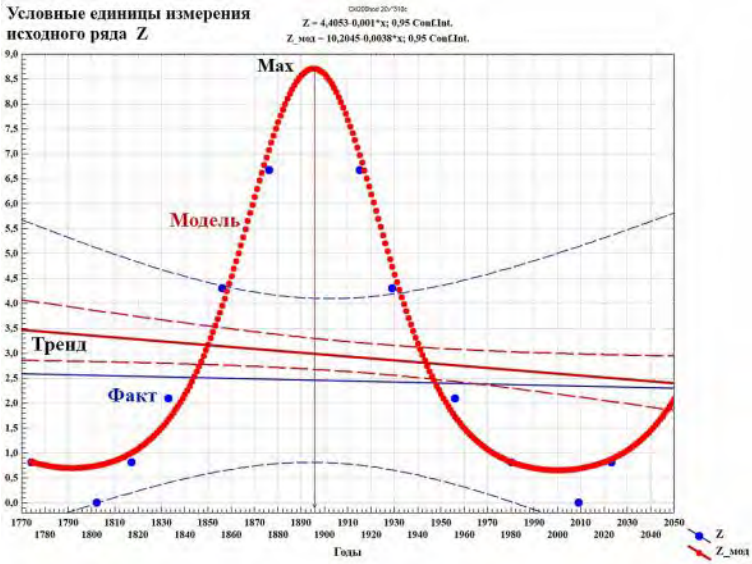


Рис. 2. Исходные и модельные значения изучаемых рядов, а также их формальные линейные тренды

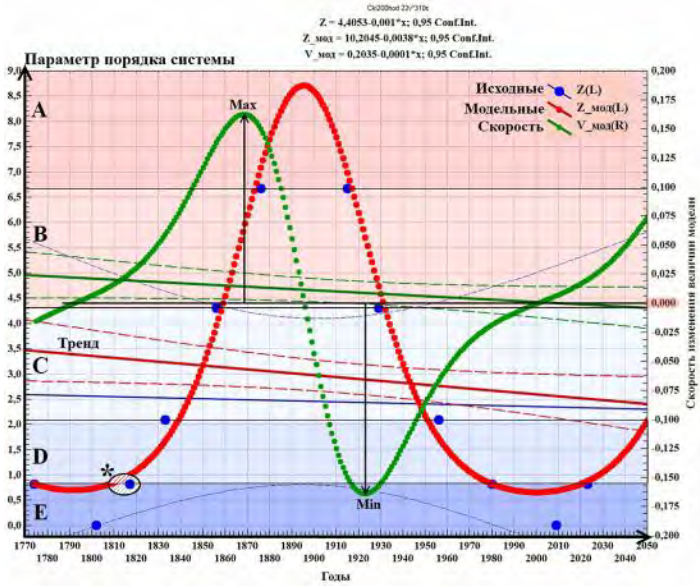


Рис. 3. Историческая динамика исходных и модельных величин параметра порядка социальной системы, исчисляемых в ранее установленных условных единицах, величин скорости изменения модельных величин и формального линейного тренда ряда скорости

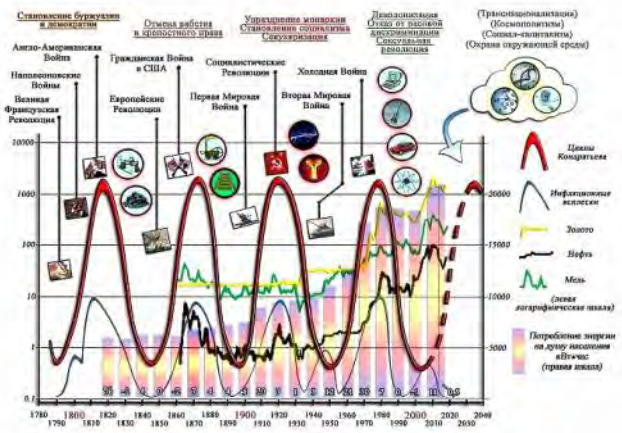


Рис. 4. Сопряжённый во времени ход цикла технологических инноваций Н.Д. Кондратьева и иных экономических циклов (А.И. Фурсов, 2023)

В частности, по мнению историка А. И. Фурсова, руководителя проектных групп «Конструирование будущего», преподавателя курсов по военному планированию С.Б. Переслегина и других специалистов, высшая точка четвёртого цикла Н.Д. Кондратьева состоялась в 1968-1973 годах. «И, согласно логике, в конце XX- начале XXI веков должна была начаться новая волна, причём, в повышательной фазе. Всё произошло с точностью до наоборот. Причина, на мой взгляд, – совершенно очевидна. Н.Д. Кондратьев разработал свою теорию применительно к индустриальной системе производства. Сегодня же формируется <новое…> общество, а капитализм вообще дышит на ладан. Поэтому новая волна индустриально-технического развития не покатилась. <…> С 1980-х годов началась новая кризисная фаза, которая не имеет аналогов, по сравнению с предыдущими. Всё это приходится на начало XXI века. То есть концы различных циклов здесь совпали: волновой резонанс эпох. И продлится это, как минимум, до 2040-2050 годов, а возможно, и дальше. Почему дальше? Дело в том, что тот кризис, в который мы вползаем, очень необычен. Он комбинирует черты трёх очень разных системных кризисов, которые уже имели место в истории, помимо того, что у него есть новизна. Я когда-то назвал это кризисом-матрёшкой» (Почему наступающий суперкризис продлится как минимум до 2040-2050 годов; *https:// zavtra.ru/ blogs/ pochemu_ nastupayushij_super-krizis_prodlitsya_kak_minimum_do_2040-2050_godov*).

Соглашаясь, в целом, с подобными рассуждения, мы всегда задаёмся вопросом о тех формально-аналитических процедурах, которые привлекались авторами для формулировки заключительных положений. В частности, использование единичной, да, к тому же, периодической моды (см. рис. 4), без обсуждения её модуляций, характера взаимодействия с другими ритмами и, немаловажно, особенностей той «среды», изменения которой данная мода характеризует, представляется нам упрощением реальной ситуации.

В завершении скажем, что позиционирование композиции двухсотлетнего историометрического цикла и его тренда на оси времени, в целом, не противоречит ранее установленным закономерностям социальной динамики. Речь идёт о картине (комплексе) ритмов, определяющих динамику удельной скорости (r_t) изменения общей численности населения Москвы. Эмпирической базой исследования выступили результаты расчёта характеристик колебательных мод – гармоник и/или элементарных циклов – ряда вида $r_t = N_t^{-1}\cdot(\Delta N/\Delta t)$, где N_t – число элементов системы в момент времени t, ΔN – оценка изменения числа элементов за предшествующий интервал времени Δt. В том случае, если речь идёт о квазистационарном процессе, величина r_t называется биотическим потенциалом и,

в целом, пропорциональна сумме различных факторов, препятствующих увеличению численности группы. Отрицательные величины r_t соответствуют регрессивным фазам развития группы в том понимании, которое закладывал в этот термин немецкий социальный психолог К.Ц. Левин. Если же изучаемый процесс нельзя назвать стационарным, то анализу подлежит та часть ряда (и та часть информации о процессе), которая соответствует критерию стационарности. Анализ результатов выполнен в двух масштабах: на уровне диагностической компоненты «длинного» ряда величин удельных скоростей изменения населения Москвы, начиная с 1350 года и по 1 января 2021 года, а также на уровне компоненты «короткого» ряда, охватывающего интервал 1750-2021 годов [2].

Итак, предложенная нами концепция двухсотлетнего цикла социально-экономических изменений России, организованного более высокочастотной динамикой военно-политических событий, получила вполне адекватное – для генерализованных прогнозных оценок – формальное, математическое описание.

Библиографический список:

1. Вычислительные математика и техника в разведочной геофизике: справочник геофизика / под ред. В.И. Дмитриева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. – 498 с.

2. Вестник ТулГУ. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности» / под общей ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Панарина. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. – 382 с.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

Жданов В.Г., Ярош В.А., Логачева Е.А., Левченко Н.А.
Ставропольский государственный аграрный университет,
г. Ставрополь, Россия

Рассмотрены задачи, решаемые в электрических сетях с помощью геоинформационных технологий.

Ключевые слова: геоинформационные системы; топология электрической сети; пространственные данные; решаемые в ГИС задачи.

Эффективное управление электрическими сетями невозможно без применения современных информационных технологий. В последние годы геоинформатика является бурно развивающимся направлением информационных технологий. Нашли свое применение геоинформационные системы (ГИС) и в организациях, эксплуатирующих электрические сети [1].

Фирмы-разработчики ГИС предлагают большое число различных решений. Они сильно различаются по своим возможностям и по практической применимости для решения насущных и перспективных задач, возникающих при управлении электрическими сетями.

Выбор моделей и способа организации данных в ГИС значительно важнее, чем выбор программного пакета, поскольку напрямую определяет многие функциональные возможности ГИС. Некоторые функции или не реализуются для определенных типов организации данных, или обеспечиваются сложными манипуляциями [3, 4].

Представление о существующих моделях и способах организации данных в ГИС должен иметь и конечный пользователь, и руководитель, участвующий в решении стратегических вопросов внедрения и

развития геоинформационных технологий для управления электрическими сетями. Ошибки в выборе модели данных могут сказаться решающим образом на возможности выполнения ГИС требуемых функций и расширения их списка в будущем.

Несмотря на достаточно большое количество примеров применения геоинформационных технологий в управлении электрическими сетями, описанных в литературе, необходимо отметить, что роль ГИС в них сводится чаще всего лишь к визуализации схемы сети на карте или плане местности. При этом инструментальные ГИС в чистом виде не могут решать специфические задачи моделирования и расчета режимов распределительных электрических сетей [1].

Большинство технологических задач, решаемых при управлении электрическими сетями, требуют, помимо информации о пространственном положении и параметрах электротехнического оборудования, данных о структуре (топологии) сети.

Модели данных современных ГИС слабо приспособлены для описания топологических отношений в том объеме, какой требуется для адекватного представления электрических сетей. Таким образом, очевидна актуальность применения для управления электрическими сетями ГИС, интегрированной с режимно-технологнческими программными комплексами (РТПК), оперативно-информационными комплексами (ОИК) и информационными системами (ИС) [1].

Задачи, выполняемые ГИС:

1. Задачи обоснования (развития):

Анализ текущих потребностей по электроснабжению. Данная задача встает в том случае, когда в некотором территориальном (или структурном) районе уже существуют потребители электроэнергии, но их потребности либо не выполняются, либо выполняются неудовлетворительно (например, там уже имеется сеть электроснабжения, но она охватывает не всех потребителей, или ее эксплуатационные показатели не удовлетворяют потребителей — например, слишком мала мощность). Оценка эффективности систем электроснабжения. Данная задача возникает, когда имеется необходимость снижения эксплуатационных затрат. Она имеет место при планировании изменения объемов энергопередачи, при планировании проведения долгосрочных изменений в структуре сети (например, при выводе участков на реконструкцию) и при планировании технического перевооружения. Прогноз экономического развития регионов, районов. Решение данной задачи необходимо для долгосрочной оценки изменения энергопотребления, его структуры.

Данный прогноз может показать необходимость создания сети

электроснабжения в тех местах, где ее до сих пор не было (например, в малонаселенной местности разведаны значительные запасы полезных ископаемых), либо отказ от вложения средств в сети, охватывающие неперспективные районы. Обоснование необходимости реконструкции и развития. Решение данной задачи является завершением этапа. При обосновании учитываются текущие и прогнозируемые потребности в электроснабжении, текущее состояние сети и ее резерв, а также оцениваются ожидаемые эффекты от реконструкции или развития: экономические, социальные и экологические.

2. *Задачи проектирования:*

Разработка вариантов реконструкции и развития. На основе материалов первого этапа (обоснования) даются общие варианты проведения реконструкции, технического перевооружения или нового строительства и ввода нового оборудования.Эти варианты создаются с учетом текущих и планируемых нагрузок, а также с учетом существующей ситуации (ближнего окружения электрической сети). Оценка вариантов с учетом ситуации.

В рамках этих задач оцениваются сметные стоимости реконструкции и развития по предлагаемым вариантам, а также экономический и технический эффекты (стоимость последующей эксплуатации, доходность, надежность и другие факторы).

Проектные изыскания. Задачи проектных изысканий проводятся как для нового строительства (изыскания площадок и трасс на местности), так и при реконструкции (в частности, испытания существующего оборудования, измерение реальных технических характеристик, замеры).

Проектирование нового регламента эксплуатации. Здесь производится планирование способов и средств управления сетью, а также типовые процедуры по эксплуатации сети (периодичность осмотров, ремонтов и т.п.). Кроме того, рассчитываются различные типовые варианты функционирования (варианты резервирования, вывода объектов в ремонт, порядок перехода от одного электрического режима к другому). Результатом является документ – регламент эксплуатации.

3. *Задачи сопровождения строительства:*

Планирование работ, графиков. Эти задачи являются типовыми при любом производстве работ и решаются в рамках классической теории сетевого планирования. Сюда включается временное планирование, планирование ресурсов. Кроме того, при проведении работ на большой территории необходимо решение транспортных задач и оптимизации планов с их учетом. Документальное сопровождение строительства, монтажа, реконструкции. Сюда входят такие задачи,

как ведение журналов работ с указанием исполнителей и материалов, а также ведение документов (нарядов, накладных и т.п.). Независимый мониторинг. Сюда входят задачи оценки экологического воздействия процесса строительства или реконструкции на окружающую среду, а также отслеживание самого процесса. Контроль качества. При контроле качества встают задачи ввода и учета результатов испытаний, а также оценки этих результатов (как простой количественной, так и экспертной). Создание исполнительной документации. Создание исполнительной документации сопровождается внесением изменений в проектную документацию, документированием параметров объектов сети, проведением исполнительной съемки и паспортизации при наличии сильных отклонений от проектного решения.

4. Задачи управления эксплуатации:

Периодический мониторинг технического состояния объектов. В рамках данной задачи производятся осмотры, измерения параметров объектов и обновление их паспортов в информационной системе. При этом важно ведение «истории» по предыдущим значениям параметров для последующего ретроспективного анализа.

Отслеживаются изменения технологических схем. Объекты и оборудование, выводимые в ремонт и вновь вводимые в эксплуатацию, должны своевременно соответствующим образом помечаться на схемах, планах и в каталогах. Оперативный мониторинг состояния сети. Данная задача особенно актуальна при оперативном диспетчерском управлении сетью. Здесь должны решаться следующие подзадачи: отображение нормальной и реальной схем сети, обновление реальной схемы сети по данным телеметрии (состояния коммутаторов, замеры в контрольных точках), отображение текущих параметров оборудования, его состояния (в работе, в ремонте, в резерве).

Периодический анализ технического состояния объектов сети. Во-первых, это оценка износа и надежности оборудования по результатам испытаний и измерений с учетом динамики изменения характеристик. Во-вторых, это расчет загруженности оборудования по данным расчетов режимов и данных о переданной за период мощности. В результате анализа и экспертной оценки возможно выявление «слабых мест».

Оперативный анализ состояния сети. Эта задача необходима при оперативном управлении сетью. Сюда входят такие подзадачи, как выделение цветами подключенных и отключенных частей сети, абонентов, потерявших услуги в результате незапланированных отключений, расчет вариантов резервирования питания с учетом загрузки оборудования и требований надежности защит, расчет режима сети,

расчет загрузки трансформаторов и линий по току и контроль превышения, анализ селективности работы защит, контроль и учет потерь в сети и в отдельных объектах, контроль и учет потребления электроэнергии абонентами.

Планирование регламентных и профилактических мероприятий. Данная задача решается на основе результатов анализа технического состояния сети и требований регламента. Сюда входит составление перечня работ, формирование сетевых графиков с учетом ресурсов, транспортной доступности и сведений о порядке вывода объектов в профилактику и резервирования, формирование нарядов на производство работ, а также последующий контроль за их исполнением.

Оперативное управление сетью. Сюда включается весь комплекс телеуправления, а также оперативной связи между диспетчерами и бригадами.

Планирование ремонтно-восстановительных мероприятий. Данная задача решается на основе сведений оперативного мониторинга и анализа состояния сети. Как правило, при экстренном планировании мероприятий производится оценка срочности среди необходимых работ, расчет оптимальных маршрутов движения, транспортной доступности и сведений о порядке вывода объектов в профилактику и резервирования, формирование нарядов на производство работ, а также последующий контроль за их исполнением.

Документальное сопровождение эксплуатации. Сюда относятся задачи ведения документов: хранения, структурирования, передачи по различным этапам документооборота, а также составление отчетов, ведомостей работ, учет расходования средств, отчеты по движению оборудования и вводу/выводу объектов и оборудования в эксплуатацию.

Периодический анализ общего состояния сети и необходимости модернизации. Данная задача предусматривает комплексный анализ состояния сети: частоту аварий, отключений, перегрузок, процент потерь энергии, надежность оборудования, соответствие режима качества требованиям абонентов, прогноз дальнейшего состояния сети при отсутствии модернизации, реконструкции или развития. На основе данного анализа принимается решение о необходимости начала работ по обоснованию необходимости реконструкции, модернизации или развития сети.

Обоснование затрат на содержание. Данная задача включает в себя оценку остаточной стоимости оборудования и объектов сети, оценку объемов ремонтов на предстоящий период, нормативную оценку объемов объектов и оборудования, а также анализ местных факто-

ров (климат, местность и т.п.). Исходя из этих расчетов, составляются предварительные сметы на содержание сети.

5. *Задачи контроля и учета:*

Мониторинг состояния. Данная задача включает в себя отслеживание изменений технического состояния объектов и оборудования сетей, а также ее ближнего окружения, учет воздействия на окружающую среду.

Паспортизация объектов сети. Данная задача включает в себя сбор данных по трассам линий (координаты, провис, марки опор, проводов, тросов и т.п.), станциям и подстанциям (координаты, планы, схемы основных, вторичных и сигнальных цепей, марки и технические характеристики оборудования), а также внесение информации по кадастровым делам, сведения о прошедших ремонтах, неисправностях.

Анализ эффективности эксплуатации. Эта комплексная задача включает в себя расчет реальных затрат на эксплуатацию (расход материалов, стоимость работ по содержанию сети, убытки от аварий, убытки от технических и коммерческих потерь), снижение остаточной стоимости сетей, а также соотнесение этих затрат с поставленными целями (получение прибыли, обеспечение выполнения сетями своего назначения, способствование экономическому и социальному развитию).

Оценка остаточной стоимости и износа. Данная задача заключается в расчете износа оборудования и объектов с учетом проведения мероприятий по ремонту и реконструкции, а также с учетом сведений об авариях, количестве прошедших циклов переключений с учетом влияния перегрузок, наблюдавшихся на оборудовании. Исходя из износа, рассчитываются многие показатели, в том числе и остаточная стоимость, а также формируются долгосрочные планы замены и модернизации оборудования.

Библиографический список:

1. Идельчик В.И., Ярош В.А. Интеграция геоинформационных систем и режимно-технологических программных комплексов для управления эксплуатацией распределительных электрических сетей // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2008. № 2. С. 72-78.

2. Идельчик В.И., Осипов А.Ю., Ярош В.А. Научные основы разработки программного обеспечения для интеграции базы данных электротехнического оборудования с графической и топологической информацией // Вузовская наука – Северо-Кавказскому региону. Материалы VII региональной научно-технической конференции: сб. науч. тр. по материалам Науч.-техн. конф. (г. Ставрополь, 2003 г.) / СевКавГТУ. Ставрополь, 2003. Том 1. С. 54-55.

3. Geo-Information System In The Intellectual Network Management Structure / Efanov A. V., Oskin S. V., Khorolsky V. Ya, Yarosh V. A., Shemyakin V. N. // Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences. 2018. Vol. 9. Is. 6. Pp. 1582-1587.

4. Исследование частотных характеристик сельскохозяйственных материалов с целью обеспечения безопасности СВЧ-технологий. /Логачева Е.А., Жданов В.Г., Зобнин В.И. // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 55. С. 203-209.

5. Presentation of spatial data of electric networks in geo-information systems / Yarosh V., Efanov A., Yastrebov S., Privalov E. // Engineering for Rural Development. 2019. P.

6. Контроль состояния электрооборудования путем проведения тепловизионного обследования. Жданов В.Г., Логачева Е.А.,Сошников В.В. В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 78-я Научно-техническая конференция СГАУ. 2014. С. 73-76.

УДК 622.331(09)

ТРУДЫ ИНСТОРФА КАК ОТРАЖЕНИЕ ВУЗОВСКОЙ И АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ В ОБЛАСТИ ТОРФЯНОГО ДЕЛА

Копенкина Л.В.
Тверской государственный технический университет

В статье приведены данные по публикации результатов научных работ в области торфяного дела преподавателями вузов и сотрудниками различных научных организаций в научном журнале «Труды Инсторфа». Описаны первые выпуски журнала научно-экспериментального торфяного института. Приведена тематика возобновленного журнала «Труды Инсторфа», наименование организаций, лабораторий, сотрудники которых участвуют в публикации статей.

Ключевые слова: торфяное дело, труды Инсторфа, добыча торфа, торфяной институт.

Публикация результатов научных и практических работ в области торфяного дела имеет большое значение, как и в любой другой области знания, для знакомства читателей с новыми научными и экспериментальными данными, обмена идеями, в конечном счете, для развития науки и техники в этой области.

В октябре 1921 года Центральным управлением по добыче торфа было утверждено положение о Научно-Экспериментальном Торфяном Институте (Инсторф). Это учреждение объединило работы Научного и Технического отделов Главторфа и Опытной станции. Совещательным органом при Институте стал «Совет Экспертов» под

председательством И.И. Радченко. По докладу Е.С. Меншикова на одном из заседаний Совета постановили издавать «Известия научно-экспериментального торфяного института», поскольку возникла потребность в постоянном печатном органе. Основной задачей Известий явилось ознакомление с научными исследованиями и техническими работами Института и других организаций в области торфоведения, свойств торфяной залежи и торфа, видов добывания и использования его. Дальнейшее расширение научно-исследовательских работ Инсторфа было связано с организацией филиалов в Ленинграде, Киеве и Минске.

В первом номере Известий (1922) были определены разделы: естественно-исторический, химический, торфотехнический, теплотехнический, промышленно-экономический, а также хроника, рефераты, обзор русской и иностранной литературы, патентов [1]. Редакционная коллегия состояла из трех человек: инженера Е.С. Меншикова, профессора Вл.Р. Вильямса и инженера Г.Б. Красина. Статьи в этом номере были написаны как инженерами, работающими в торфодобывании, так и профессорами Вл.Р. Вильямсом, В.М. Горбенко, А.Э. Мозером, Ф. Фишером.

В следующих номерах публиковались статьи профессоров А.Д. Дубаха, А.Ф. Флерова, Г.Л. Стадникова, Свена Одена (Швеция), В.С. Доктуровского, Вл.Р. Вильямса.

В 1928 году вышел первый выпуск «Труды научно-исследовательского торфяного института», явившийся продолжением ранее опубликованных научно-исследовательских работ по торфу. В него входили научные работы лаборатории химии угля и торфа, химической лаборатории Инсторфа (Торфостроя), отдела пропаганды торфа, геоботанического кабинета, гидротехнического кабинета, торфмейстерского кабинета [2].

До 1939 года вышло 19 выпусков трудов Инсторфа. Отдельные выпуски были посвящены исключительно одному направлению науки о торфе (верховые болота Нарымского края (выпуск 3), химико-энергетическое использование торфа (выпуск 4), брикетирование торфа (выпуск 5), коксование и газификация торфа (выпуск 6), свойства гидромассы (выпуск 7), торфяные болота (выпуск 9), теоретическое исследование канатного транспортера (выпуск 10), обезвоживание, дисперсность и технологические показатели торфа (выпуск 11), механический комбайн для добычи фрезерного торфа (выпуск 12), хранение фрезерного торфа (выпуск 13), геоботанические и биохимические исследования торфяных болот (выпуск 14), основы экономики социалистической торфяной промышленности (выпуск 15), переработка

первичных дегтей торфа (выпуск 16), добыча гидроторфа и учета фрезерного торфа (выпуск 17), сушка, качество и физико-механические свойства торфа (выпуск 18), кислые составные части торфяного дегтя (выпуск 19)).

С 1934 года издавались труды Московского торфяного института (МТИ), с 1959 года – Калининского торфяного (позднее политехнического) института.

После разрушения в 1990-х годах отечественной торфяной промышленности и научных связей в области торфяного дела, уничтожения Всесоюзного научно-исследовательского института торфяной промышленности, его филиала и музея торфа в пос. Радченко, было важно объединить сообщество исследователей торфа путем регулярного издания их научных трудов на сложном для этой области науки и производства этапе.

В 2009 году в структуре Тверского государственного технического университета был создан Восточно-Европейский институт торфяного дела – научно-исследовательский и образовательный центр, осуществляющий деятельность в области геологии болот, добычи и комплексной переработки ресурсов торфяных и сапропелевых месторождений [3].

В 2010 году был выпущен первый номер возобновленных трудов Инсторфа. Сквозная нумерация была с учетом всех номеров, выпущенных ранее. Таким образом, сохранилась преемственность научной жизни в области торфяного дела.

Первый номер возобновленного журнала «Труды Инсторфа» состоял из научных работ по торфяному делу, выполненных выдающимися учеными Инсторфа и МТИ в разные годы. Каждая статья сопровождалась предисловием современных специалистов в области торфяного дела.

В 2010-2023 гг. в журнале были опубликованы статьи по следующим направлениям:

- геология, гидрология и биология торфяных болот и сапропелевых отложений;
- ресурсы торфяных болот и озерных отложений сапропеля, их оценка и рациональное использование;
- физические и химические свойства торфа и сапропеля и новых материалов на их основе;
- геомеханика слабых грунтов;
- комплексная механизация добычи и переработки торфа и сапропеля;

- проектирование и модернизация технологических машин для комплексной механизации добычи и переработки ресурсов торфяной залежи;
- выдающиеся деятели и история торфяного дела.

Авторами статей являлись сотрудники научных институтов и организаций:

лаборатории геоэлектромагнитного мониторинга геофизической обсерватории «Борок» – филиала Института физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН (Филиппов В.А.);

лаборатории высшей водной растительности института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (ИБВВ РАН), пос. Борок Некоузского района Ярославской обл. (Филиппов Д.А.);

лаборатории динамики наземных экосистем под влиянием водного фактора ИВП РАН Талдомской администрации особо охраняемых природных территорий (Войтехов М.Я., Гринченко О.С.);

лабораторий гидрогеологических проблем охраны окружающей среды Института водных проблем РАН, г. Москва (Ахметьева Н.П., Беляев А.Ю., Кричевец Г.Н.);

отдела охраны водной среды Иваньковской НИС Института водных проблем РАН, г. Конаково (Лапина Е.Е., Кудряшова В.В.);

лаборатории инструментальных методов и органических реагентов Института геохимии и аналитической химии имени В.И. Вернадского РАН, г. Москва (Михайлова А.В.);

отдела изучения мамонтовой фауны Академии наук Республики Саха (Якутия) (Протопопов А.В.);

Вологодской лаборатории ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства» (ГосНИОРХ) (Филоненко И.В.);

лаборатории болотных экосистем Института биологии Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск (Антипин В.К., Бойчук М.А., Грабовик С.И., Стойкина Н.В.);

аналитического отдела ОАО ЗПК «Золото Верхоянья» (Алферов В.В.);

государственного гидрологического института, г. Санкт-Петербург (Кобак К.И., Калюжный И.Л.);

научно-производственного геологического центра «Недра», Нижний Новгород (Токарев С.В.);

международной комплексной научно-исследовательской лаборатории по изучению изменения климата, землепользования и биоразнообразия Тюменского государственного университета (Филиппов Д.А.);

отдела экологии животных Института биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар (Пестов С.В.);

Горно-Алтайского отделения филиала «Сибирский региональный центр ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология», г. Томск (Достовалова М.С.);

отделения информационного обеспечения населения и технологий информационной поддержки РСЧС и пожарной безопасности экспертно-консалтингового отдела ФГБОУ ВПО Ивановского института ГПС МЧС России (Дмитриев О.В.);

Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель, п. Эммаус, Тверская обл. (Ковалев Н.Г,, академик, Рабинович Г.Ю., Васильева Е.А.);

лаборатории дистанционного мониторинга Института геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, Москва (Орлов Т.В.);

лаборатории экотехнологий Института природопользования НАН Беларуси, г. Минск;

института природопользования НАН Беларуси. Республика Беларусь, г. Минск (Лиштван И.И., академик НАН Беларуси, Лис Л.С., Курзо Б.В., Макаренко Т.И., Гайдукевич О.М., Томсон А.Э., Соколова Т.В., Навоша Ю.Ю., Сосновская Н.Е., Пехтерева В.С., Макеенко А.А.);

НИИ экологии сельского и лесного хозяйства Польской АН, г. Познань, Польша (Шайдак Лех, профессор).

Авторами статей были работники вузов:

Тверского государственного технического университета (доктора наук Васильев А.Н., Гамаюнов Н.И., Гамаюнов С.Н., Горячев В.И., Женихов Ю.Н., Зюзин Б.Ф., Кондратьев А.В., Косивцов Ю.Ю., Миронов В.А., Мисников О.С., Панов В.В., Синицын В.Ф., Суворов В.И., Федоров Б.А., Фомин К.В., Яблонев А.Л, и другие);

МГУ имени Ломоносова (Головченко А.В.);

Томского государственного педагогического университета (Инишева Л.И., д. с.-х. н., профессор, чл.-корр. РАН, Сергеева М.А., Порохина Е.В.);

национального минерально-сырьевого университета (Санкт-Петербургского государственного горного университета) (Кремчеев Э.А., Михайлов А.В.);

кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (Епифанцев К.В., Мишура Т.П.);

кафедры геоэкологии и природопользования Санкт-Петербургского государственного университета (СПГУ) (Галанина О.В.);

кафедры «Горные машины» Белорусского национального технического университета, г. Минск, Беларусь (Березовский Н.И., Петренко С.М.);

Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева (КузГТУ), г. Кемерово (Мартьянов В.Л.);

кафедры химической технологии топлива и химической кибернетики Национального Томского политехнического университета (Маслов С.Г.);

кафедры пожарной профилактики ФГБОУ ВПО Ивановского института ГПС МЧС России (Попов В.И.);

кафедры неорганической и аналитической химии Горно-Алтайского государственного университета (Шурова М.А.).

Журнал «Труды Инсторфа» выходит 2 раза в год в электронном виде. Главным редактором является ректор ТвГТУ Твардовский Андрей Викторович. Научным редактором – профессор, доктор географических наук Панов Владимир Владимирович.

Журнал индексируется в отечественной библиографической базе РИНЦ, также размещается в научной электронной библиотеке КиберЛенинка, построенной «на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний» [4].

Достоинством журнала является отсутствие научного снобизма, возможность публикации статей в самых различных областях торфяного дела, смежных с ним областях не только ведущими учеными, но и молодыми, начинающими путь в науке, магистрантами и аспирантами.

В дальнейшем планируется увеличить финансирование журнала, сделать выпуск 4 номеров в год, войти в список журналов ВАК.

Библиографический список:

1.Известия научно-экспериментального торфяного института. Москва. Цуторф. 1922. №1. 250 с.

2. Труды научно-экспериментального торфяного института. Москва. Издание научно-технического управления ВСНХ. 1928. №1. 345 с.

3. Сайт Восточно-Европейского института торфяного дела Инсторфа ТвГТУ - Архив номеров журнала (instorf.ru) (дата обращения 01.11.2023)

4. КиберЛенинка предоставляет возможность читать тексты научных статей бесплатно. Приглашаем к сотрудничеству научные журналы и издательства для публикации научно-исследовательских работ в открытом доступе (Open Access) и популяризации открытой науки (Open Science) в России. (cyberleninka.ru) (дата обращения 01.11.2023)

УДК 622.02

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВОСПРИЯТИЯ У СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ НАГЛЯДНОСТИ

Бородкин Н.Н., Бородкина Н.Н., Белякова Е.В., Чернецова Е.А.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Наглядность обучения – это одно из важнейших условий, обеспечивающих успешное формирование у студентов всех форм мышления, восприятия, служит для них источником приобретения объективных научных знаний об окружающей действительности, развития речи и самостоятельности понимания. Наглядность используемых учебных материалов является одним из важнейших элементов любого учебного процесса. Принцип наглядности является «золотым правилом дидактики», которое требует сочетания наглядности и мысленных действий, наглядности и слова. Наглядность обучения и воспитания предполагает широкое использование зрительных ощущений, восприятий, образов, постоянную опору на свидетельства органов чувств.

Ключевые слова: Наглядность обучения, мышление, средства наглядности, обучение студентов.

В процессе обучения наглядность всегда считалась и считается важнейшим принципом, фундаментом для осуществления всестороннего развития личности. Принцип обучения, как наглядность, был впервые сформулирован Я.А. Каменским и в дальнейшем развит И.Г. Песталоцци, К.Д. Ушинским и др. педагогами [1].

Психологические исследования, посвященные использованию различных средств наглядности, приводились Л.В. Занковым, И.М. Соловьевым, Ж.И. Шиф, Б.И. Пинским, Г.М. Дульневым,

В.Г. Петровой, М.М. Нудельманом, М.П. Феофановым и другими [2].

Особо следует отметить, что наглядность используемых учебных материалов является одним из важнейших элементов любого учебного процесса. Это четко иллюстрирует таблица, где приведены научные данные [3] по усвоению учебной информации с помощью зрения.

Таблица

При чтении	На слух	При помощи зрения (визуальная информация)	Слух и зрение	Слух, зрение и обсуждение
10 %	20%	30%	50%	70%

В первые, теоретическое обоснование принципа наглядности обучения ввел чешский педагог Ян Амос Коменский (XVII в.), который в своем труде «Великая дидактика» сформировал правило, предполагающее непосредственное знакомство с изучаемыми объектами или их изображениями [1]. Это, соответственно, требовало вовлечения в процесс восприятия студентами нового материала как можно большего числа органов чувств. В своем известном «золотом правиле дидактики» Коменский указал, что обучение следует начинать «не со словесного толкования о вещах, а с реального наблюдения над ними». Коменский считал, что наглядное обучение – «это ход учения, от конкретного к отвлеченному, от представления к мысли»[1]. И именно принцип наглядности, по мнению Я.А. Коменского, является «золотым правилом дидактики», которое требует сочетания наглядности и мысленных действий, наглядности и слова. Наглядность в понимании Коменского становится решающим фактором усвоения учебного материала. Причем вредным является как недостаточное, так и избыточное применение средств наглядности: их недостаток приводит к формальности знаний, а избыток может затормозить развитие логического мышления, пространственного восприятия и воображения.

В отличие от него, Г. Песталоцци видит в наглядности единственную основу всякого развития. Чувственное познание сводится к наглядности обучения. У Песталоцци наглядность превращается в самоцель.

Ж.-Ж. Руссо вынес обучение непосредственно в природу. Поэтому наглядность обучения здесь не приобретает самостоятельного и существенного значения – студент просто непосредственно видит то, что должен узнать и изучить.

К.Д. Ушинский дал глубокое психологическое обоснование наглядности обучения. Наглядность пособия являются средством для активизации мыслительной деятельности формирования чувственного образа. Именно чувственный образ, сформированный на основе наглядного пособия (а не само наглядное пособие), является главным в обучении. Ушинский [4] придавал большое значение наглядному обучению как методу, который должен как можно чаще использоваться на парах в первоначальный период, поскольку он:

- стимулирует элементарные умственные процессы;
- развивает устную речь;
- способствует лучшему закреплению изучаемого материала в памяти учащихся;
- дает преподавателю возможность глубже изучить своих учеников.

Л.В. Занков [2] исследовал различные формы сочетания слова и наглядности в обучении: «наглядность обучения и воспитания предполагает как широкое использование зрительных ощущений, восприятий, образов, так и постоянную опору на свидетельства органов чувств, благодаря которым достигается непосредственный контакт с действительностью». Им было изучено несколько основных форм сочетания слова и наглядности, которые следует учитывать и при обучении:

- посредством слова преподаватель руководит наблюдением, которое осуществляется обучаемыми, а знания об облике предмета, его непосредственно воспринимаемых свойствах и отношениях обучаемые извлекают из самого наглядного объекта в процессе наблюдений;
- посредством слова преподаватель на основании осуществленного обучаемыми наблюдения наглядных объектов и на базе имеющихся у них знаний ведет обучаемых к осмыслению таких связей в явлениях, которые не могут быть увиденными в процессе восприятия;
- сведения об облике объекта, о его непосредственно воспринимаемых свойствах и отношениях обучаемые получают из словесных сообщений педагога, а наглядные средства служат подтверждением или конкретизацией словесных сообщений;
- опираясь на осуществляемое обучаемыми наблюдение наглядного объекта, педагог сообщает о таких связях между явлениями, которые непосредственно не воспринимаются учащимися, либо делает вывод, объединяет, обобщает отдельные данные.

Л.М. Фридман [5], изучил роль наглядности в обучении: «Наглядность – понимание и активность».

Таким образом, наглядность обучения – это одно из важнейших условий, обеспечивающих успешное формирование у студентов всех форм мышления, восприятия, служит для них источником приобретения объективных научных знаний об окружающей действительности, развития речи и самостоятельности понимания. В процессе восприятия объекта наряду с ощущением участвуют память и мышление. Образ воспринимаемого объекта является наглядным только тогда, когда человек анализирует и осмысливает объект, соотносит его с уже имеющимися знаниями. Наглядный образ возникает не сам по себе, а в результате активной познавательней деятельности человека.

Степень наглядности может быть различной в зависимости от индивидуальных особенностей человека, от уровня развития его познавательных способностей, от его знаний, а также от степени наглядности исходных образов восприятия. Конкретная наглядность(например, рассмотрение моделей геометрических тел) должна постепенно уступать место абстрактной наглядности (рассмотрению плоских чертежей). Педагоги прошлого отождествляли наглядность с чувственностью (наблюдаемостью) предметов и явлений, при этом ссылаясь на психическую природу человека.

Чувственность есть одно из свойств, один из этапов процесса познания. Во всяком процессе познания участвуют познающий субъект и познаваемый объект. Само познание осуществляется субъектом с помощью органов чувств и мышления.

Для познания объекта субъект обычно не ограничивается простым его восприятием, но активно на него воздействует: рассматривает его с разных сторон, расчленяет на части (если это возможно), производит с ним те или иные действия. В процессе такого непосредственного чувственного познания субъект получает различного рода ощущения.

Чтобы расширить сферу познания и изучать объекты, непосредственно не воспринимаемые, разрабатываются особые методы и средства. Во всех этих случаях мы имеем дело с опосредованным чувственным познанием, когда между субъектом и объектом находятся какие-то посредники (приборы, аппараты, другие объекты или их модели).

Очевидно, с появлением компьютеров обучение стало более наглядным. Преподаватель может использовать различные новые

средства наглядно-демонстрационного метода обучения: на экране ПК реальные объекты нетрудно заменить их моделями. С помощью программ компьютерной графики можно создавать плакаты, схемы, рисунки, чертежи, видеоматериалы, слайды и другую технологическую документацию. Для реализации принципа наглядности на практике широко применяются компьютерные (информационные) технологии обучения, которые дают возможность преподавателю творчески применять средства наглядности сообразно поставленной дидактической задаче, особенностям учебного материала и конкретным условиям обучения. [3]. Например, на рисунке представлена 3Д модель розетки, выполненная в графическом редакторе КОМПАС 3Д.

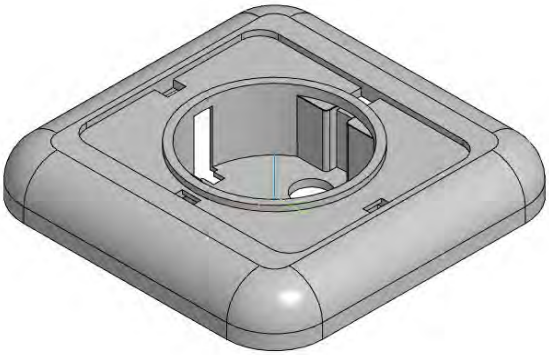


Рис. 3Д модель - розетка

Основные геометрические построения изучаются при выполнении проекционных чертежей. Нужно показать на доске наиболее рациональные приемы проведения линий и деления углов, деление окружности на равные части, построение плавных переходов (сопряжения).

Функция преподавателя в этом случаи будет сводиться к тому, чтобы показать на доске простейший прием деления окружности на нужное число частей. Такая система работы имеет не только познавательную, но и воспитательное значение, поскольку студенты встречаются с необходимостью применять данные построения на практике. Это формирует знания, умения, навыки, развитие у студентов пространственных представлений. Задача развития пространственных построений:

- развитие у студентов умения наиболее отчетливо

воспроизводить мысленно геометрическую форму знакомых или геометрических тел или реальных предметов при выполнении учебных заданий;

- расширение запаса пространственных представлений, их закрепление и приведение в систему.

Принцип наглядности выражает необходимость формирования у студентов представлений и понятий на основе всех чувственных восприятий предметов и явлений.

Натуральная или естественная наглядность - относятся естественные объекты и явления, т.е. такие, какие встречаются в действительности.

Изобразительная наглядность - относятся: макеты, модели каких-то технических устройств, стенды, разнообразные экранные средства (учебные фильмы, диафильмы и пр.), графические учебные пособия (плакаты, схемы, таблицы, рисунки и пр.).

Словесно-образная наглядность - относятся яркие словесные описания.

Внутренняя наглядность в процессе обучения как бы осуществляется опора на прежний опыт студентов, когда им предлагаетсяпросто представить образ геометрического тела.

Выводы

В формировании пространственного восприятия решающая роль принадлежит наглядности. Следует отметить, что наглядность используемых учебных материалов является одним из важнейших элементов учебного процесса.

Таким образом, проанализировав работы ученых в области применения компьютерных средств в обучении, можно сделать вывод о том, что применение этих новых средств наглядности имеет большой потенциал для развития пространственного мышления.

Библиографический список:

1. *Коменский Я.А. Избранные педагогические сочинения. Т2. М.: Педагогика, 1982.*
2. *Занков Л.В. Наглядность и активизация учащихся в обучении. М.: Учпедгиз, 1960.*
3. *Сластенин В.А. Педагогика: Учеб. пособие для студ. высш. пед.учеб. заведений / В.А. Сластенин, И.Ф. Исаев, Е.Н. Шиянов; под ред. В.А. Сластенина -3-е изд., стереотип. - М.: Издательский центр «Академия», 2004 – 576 с.*
4. *Ушинский К.Д. Избранные педагогические сочинения. М.: Педагогика, 1974.*
5. *Фридман Л.М. Наглядность и моделирование в обучении. М.: Знание, 1984.*
6. *Молочков В.П. Наглядность как принцип обучения: Информатика «Образование » № 3 – 2004.*

УДК 622.02

ГРАФИЧЕСКИЕ ДИСЦИПЛИНЫ В ВУЗЕ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВОСПРИЯТИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Бородкин Н.Н., Белякова.В. Е, Чернецова Е.А., Назаров А.П.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия

Появление новых мощных средств наглядности (компьютерных) и комплексное их использование, делает обучение начертательной геометрии эффективным. Компьютерное моделирование оперирования с геометрическими фигурами способствует формированию умения создавать динамические трехмерные образы;

Сделан акцент на необходимую базовую геометрографическую подготовку, развития у студентов вузов пространственного развития и восприятия. Применение новых средств наглядности (в частности, компьютерной графики) имеет большой потенциал для развития пространственного мышления.

Ключевые слова: геометрия, графика, начертательная геометрия, пространственное воображение, средств наглядности.

На современном этапе развития системы образования для достижения его целей необходимо использовать новые средства наглядности. Одним из таких средств являются компьютерные средства (компьютерная графика). Изображения, получаемые с помощью компьютера, могут быть перспективными, могут быть условно графическими и знаковой моделью (например, динамическое изображение отображения правильного многогранника на плоский граф, и перспективное изображение и условно-графическое)[1].

В статье «Компьютерные обучающие системы в геометрии» М.Н. Марюков говорит«В настоящий момент очень трудно сказать, что будет представлять собой геометрия в XXI столетии. Однако несомненно, что доминантная роль в ней будет принадлежать компьютеру как инструменту геометрических исследований»[1].

М.П. Лапчик и М.И. Рагулина указывают на приоритет компьютерных средств (компьютерной графики) в формировании образного мышления, восприятия. В работе П.И. Совертков выделяет следующие возможности компьютерной графики[2] рис.1:

1. Создавать исходный геометрический образ.
2. Выбирать и произвольно менять точку отчета.
3. Сохранять в памяти компьютера геометрический образ.

4. Анализировать и синтезировать геометрический образ.

5. Рассматривать объект с различных точек зрения.

6. Производить различные геометрические преобразования над исходным геометрическим образом.

7. Менять структуру геометрического образа.

8. Осуществлять оценки линейных и угловых величин.

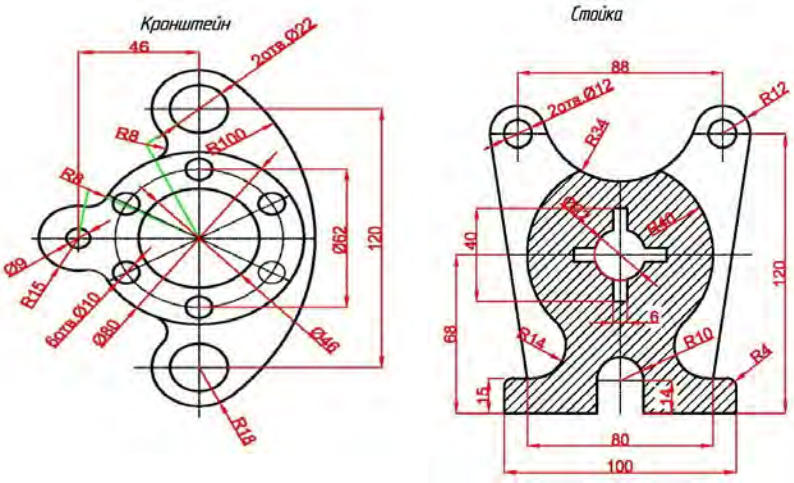


Рис.1 Чертежи деталей:кронштейн и стойка

Таким образом, проанализировать работы ученых в области применения компьютерных средств в обучении, можно сделать вывод о том, что применение этих новых средств наглядности (в частности, компьютерной графики) имеет большой потенциал для развития пространственного мышления.

В работах И.С. Якиманской выделены следующие основные виды наглядности, используемой при усвоении знаний[2]:

1) натуральные вещественные модели (реальные предметы, муляжи, геометрические тела, перспективные изображения и т.д.;

2) условные графические изображения (разрезы, сечения, схемы, аксонометрические проекции и т.д.);

3) знаковые модули (графики, топологические карты, диаграммы, формулы, математические символы и т.д.).

С учетом вышесказанного внесем в классификацию средств наглядности И.С. Якиманской новые средства наглядности, созданные с помощью компьютера[2] Рис.2:

1. Материальные модели. Перспективные изображения. Динамические перспективные компьютерные изображения.

2. Условные графические изображения. Динамические условно графические компьютерные изображения.

3. Идеальные модели. Динамические компьютерные идеальные модели.

4. Сборочные модели и механизмы. Рис.3.

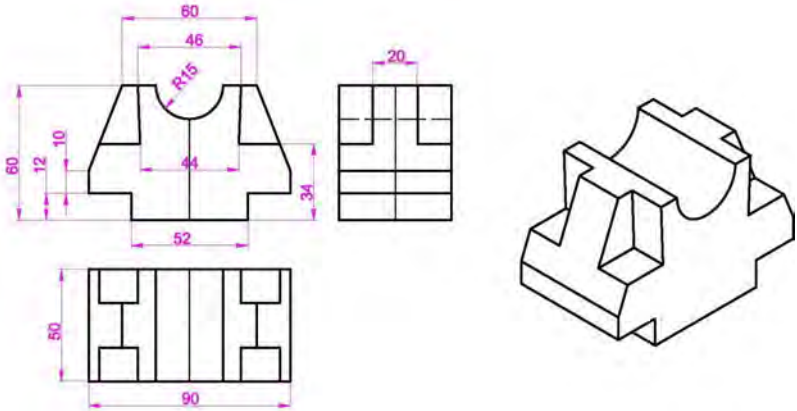


Рис. 2 Чертеж детали в трех проекциях и ее 3Д модель

Охарактеризуем элементы каждого вида средств наглядности:

1. Реальные предметы, муляжи, проволочные или изготовленные из других материалов модели геометрических тел, технические образцы. Перспективные изображения, как на бумажных носителях, так и в 3D-графике. Причем, последние, в отличие от перспективных изображений на бумаге, являются динамическими и с ними возможна работа в интерактивном режиме.

2. Условные графические изображения (сечения, схемы, аксонометрические проекции на бумажных носителях). Различные технические и технологические схемы. Те же условно графические изображения, с реализацией возможностей компьютерной графики. Перечислим некоторые из них: возможность анимации (динамической), интерактивный режим работы с изображением, возможность моделирования. Благодаря этим возможностям изображения приобретают такие качества, которые позволяют говорить если не о качественно новой наглядности, то о качественно новых функциях этой наглядности при реализации учебного процесса.

3. Идеальные модели (графики, диаграммы, формулы,

математические символы, интерпретации).

4. Предметы - механизмы, технические образы сложного состава, сборочные чертежи механизмов. Технические и технологические подходы и требования к сборочным чертежам.

Выводы

Появление новых мощных средств наглядности (компьютерных) и комплексное их использование, делает обучение начертательной геометрии эффективным. Компьютерное моделирование оперирования с геометрическими фигурами способствует формированию умения создавать динамические трехмерные образы; графические возможности компьютера позволяют усилить когнитивную функцию наглядности.

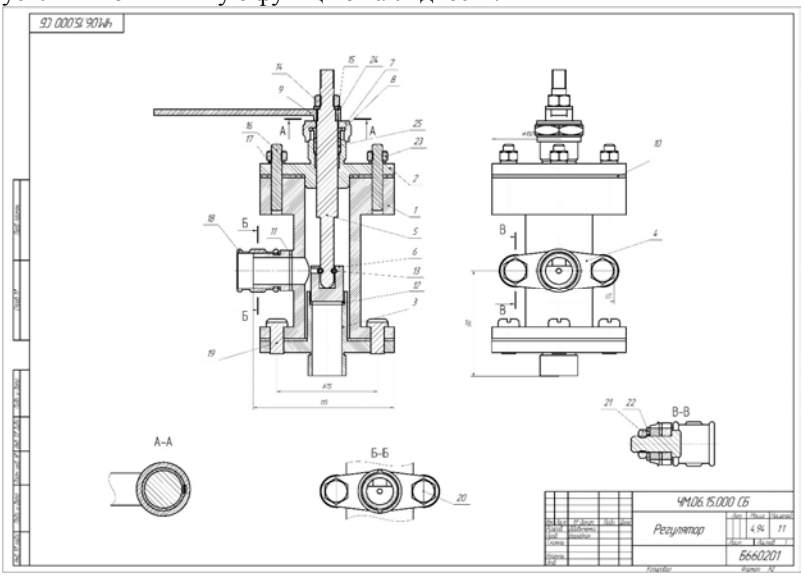


Рис.3 Сборочный чертеж механизма - регулятор

Таким образом, проанализировав работы ученых в области применения компьютерных средств в обучении, можно сделать вывод о том, что применение этих новых средств наглядности имеет большой потенциал для развития пространственного мышления у студентов и обучающихся.

Библиографический список:

1. Психолого-педагогические условия формирования пространственного восприятия у студентов технического вуза в процессе обучения графическим работам (на примере

дисциплины «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика»)//Н.Н. Бородкин, О. С. Замазий, Е.А. Раменских – Тула: Тул. гос. ун-т, 2010.

2. Якиманская И.С. Психологические основы математического образования: Учеб. пособие для студ. пед. вузов./ И.С. Якиманская. - М.: Издательский центр «Академия», 2004.-320с.

УДК 378. 02 (075.8)

ТРАНСФОРМАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО НАПРАВЛЕНИЮ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Басова И.А., Чекулаев В.В.
Тульский государственный университет, г.Тула, Россия
Казенный И.В., Чебоксаров С.В.
Министерство имущественных и земельных отношений Тульской области, г.Тула, Россия

В статье обсуждаются вопросы интеграции образовательной программы Землеустройство и кадастры в систему современного цифрового развития Тульской области в рамках национальных проектов.

Ключевые слова: устойчивое развитие, цифровая экономика, образовательная программа, землеустройство и кадастры, модульно-компетентностная структура высшего образования.

На современном этапе идет активная цифровая трансформация различных отраслей экономики, в том числе и в сфере земельно-имущественных отношений. По состоянию земельной сферы население судит о работе государственного аппарата в целом. Все большую реализацию получает синергия цифровой и управленческой составляющей этих отношений. Динамика цифровой трансформации мирового рынка диктует определение потребностей в компетенциях будущего. В этом контексте именно прогнозирование потребностей в будущих компетенциях становится практикой, которая поможет сбалансировать рынок труда. [1] В связи с этим возникает целесообразность и необходимость трансформации образовательного процесса, формирования и расширения навыков, универсальных и профессиональных компетенций цифрового будущего специалистов.

Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» сформирована в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». [2]. Одной из задач программы является создание системы правового регулирования цифровой экономики, основанной на гибком подходе в каждой сфере, включая образование.

Совершенствование системы образования обеспечит подготовку квалифицированных кадров для цифровой экономики, а граждане получат новые возможности и мотивацию для освоения цифровых компетенций.

Как правило, вузы с учетом местных региональных особенностей могут сами разрабатывать образовательную траекторию с конструированием уникальных знаний в условиях практико-ориентированной деятельности, формирования широкого выбора предметных областей знаний.

В этом ключе важная роль принадлежит организациям, предприятиям, которые заинтересованы в специалистах нового уровня. Предприятия уже сейчас должны разрабатывать и предлагать комплексные программы по развитию компетенций на перспективу, которые помогут сотрудникам применить навыки для их деятельности в новых условиях.

Стратегия развития науки, технологий и инноваций Тульской области до 2030 года определяет основные направления государственной региональной научно-технической и инновационной политики в отношении совокупности видов экономической деятельности, относящихся к области науки, техники и инноваций, реализации достижений науки, техники и цифровизации Тульской области, направленных на устойчивое развитие региона [5].

Под региональной научно-технической и инновационной политикой понимается комплекс нормативно-правовых, нормативно-технических, экономических, организационных и иных мер, направленных на развитие научно-технологического потенциала Тульской области, обеспечение подготовки кадров сектора науки и промышленности с учетом национальных стратегических целей экономики России.

Одним из приоритетов Региональная инновационной политики является "Развитие промышленного потенциала и подготовка кадров", включающим основные направления: "Образование", "Наука", "Развитие высокотехнологичных производств".

Направление "Образование" нацелено на решение региональной кадровой политики за счет реализации образовательных программ и мероприятий, развития образовательной инфраструктуры, цифровой трансформации образовательной среды.

Направление "Наука" включают генерацию фундаментальных научных знаний, проведение ежегодных конкурсов грантов для научных работников, магистрантов, аспирантов на федеральном и региональном уровне, присуждение премий Тульской области в сфере науки и техники.

Составляющие экономики Тульской области являются одними из индикаторов устойчивого развития, под которым можно понимать процесс положительных социальных, экологических и экономических изменений существенных показателей оценки состояния и функционирования социо-эколого-экономических систем, без ухудшения других характеристик, направленных на обеспечение благополучия нынешнего и будущего поколений и повышения качества их жизни. Получаемые доходы от экономической деятельности могут быть направлены на повышение качества жизни и сохранение окружающей среды, что определяется Концепцией устойчивого развития [3].

Современная концепция устойчивого развития включает 17 целей (ЦУР) и 167 задач, оцениваемых с помощью соответствующих индикаторов [3].

Основными составляющими устойчивого развития региона является экономическое развитие, развитие социально-хозяйственных структур и ландшафтно-рекреационных зон, социально-демографическое развитие, культурное развитие, охрана окружающей среды др.[6].

Согласованность ЦУР с приоритетами регионального развития должна быть обеспечена посредством эффективной деятельности органов управления и отражена в социально-экономических программах и обеспечена кадровым потенциалом.

Критический анализ статистических данных и научных исследований показал, что основными проблемами кадастровой и землеустроительной деятельности в Тульской области являются:

- инвентаризация земельного фонда в Тульской области, выявление неиспользуемых или неэффективно используемых его частей;
- объективная оценка состояния и качества земель Тульской области;
- учет большего количества земель, предотвращение «накопления земли без использования»;
- совершенствования методик кадастровой оценки, земельного налога, арендных платежей и др.;
- оптимизация планирования использования земель, подработанных подземными горными выработками.

Решение проблем находится в русле совершенствования нормативно-правовых актов, направленных на снятие первоочередных барье-

ров, препятствующих развитию цифровой экономики, урегулирования вопросов, связанных с идентификацией субъектов правоотношений в цифровой среде, электронным документооборотом, оборотом данных и т.д.

Анализ положений актуальных вызовов, стоящих перед региональной инновационной политикой, целей, задач и приоритетов цифровой стратегии, позволил сформировать основные требования, предъявляемые к направлениям усовершенствования образовательного процесса при подготовке бакалавров и магистров по направлению землеустройство и кадастры, которые заключаются в следующем:

- соответствие стратегии науки и техники и концепции устойчивого развития территорий Тульской области и цифровизации экономики;
- совершенствование образовательного процесса при применении модульного обучения для формирования оптимального баланса фундаментальных и цифровых знаний, новых и традиционных дисциплин;
- разработка компетентностного подхода при проектировании основных образовательных программ;
- повышение эффективности управления земельными ресурсами, определяющими среду обитания;
- усиление всесторонней кооперации с работодателем [6].

При этом во внимание принимались основные перспективные направления («дорожные карты») развития кадастровой деятельности региона.

Одной из таких современных прогрессивных форм обучения является модульная система, которая сегодня становится все популярней в силу своей динамичности и высокой результативности [7].

Целью модульной программы является организация и реализация учебного процесса, ориентированного на индивидуализм, повышение эффективности и качества подготовки студентов.

Анализ показал, что наиболее приемлемой модульной структурой в высшем профессиональном образовании является модульно-компетентностная структура.[9]. Модульно-компетентностная структура представляет собой образовательную концепцию организации учебного процесса, где целью обучения выступает ряд профессиональных компетенций студента, а средством достижения служит модульное представление содержания и структуры обучения.

Такая система позволяет «надстраивать» образовательный процесс с учетом различных вызовов общества.

В настоящее время в стране реализуется проект “Цифровые кафедры”. Проект охватывает как студентов, обучающихся по ИТ-специальностям, так и тех, чья основная квалификация не связана со сфе-

рой ИТ. Президент России назвал повышение качества подготовки инженеров и ИТ-специалистов одной из приоритетных задач общества, решая вопрос дефицита кадров на постоянно растущем ИТ-рынке.

Ожидается, что специалисты, которые получат новые квалификации в сфере ИТ на «цифровых» кафедрах, станут ценным пополнением кадровых ресурсов цифрового развития отраслей экономики.

Специалисты нового формата должны обладать цифровыми навыками, такими как, программирование, разработка веб-приложений, виртуальная реальность, анализ цифрового бизнеса, цифровой дизайн и визуализация данных, управление цифровыми проектами, разработка и управление цифровыми продуктами, цифровой маркетинг, социальный медиа маркетинг, аналитика данных (Data Scientists), способность принимать решения на основе анализа больших данных, кибербезопасность и др.

В 2022 году стартовала государственная программа «Национальная система пространственных данных», рассчитанная до 2030 года и направленная на достижение четырёх стратегических целей:

создание и внедрение цифрового отечественного геопространственного обеспечения;

достижение «цифровой зрелости» различных ведомств;

повышение качества госуслуг и сервисов Росреестра;

вовлечение в оборот новых земель для жилищного строительства [8].

Программа создаёт условия для появления единой федеральной сети геодезических станций, мультимасштабной карты страны, полного и точного реестра недвижимости, цифровой платформы пространственных данных.

Одно из направлений в рамках реализации Национальной системы — организация работы консорциума вуза и работодателей для выработки единой стратегии подготовки квалифицированных специалистов, обладающих необходимыми цифровыми компетенциями.

В Тульском государственном университете ведется подготовка бакалавров и магистрантов по направлению Землеустройство и кадастры, по профилю Кадастр недвижимости, аспирантов по направлению подготовки 05.06.01 - Науки о Земле с профилем - Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. Большое количество выпускников вуза работает в области кадастровой деятельности и оценки недвижимого имущества в государственных и частных предприятиях, в организациях кадастровой службы муниципальных образований, связанных с куплей-продажей, залогом, сдачей в аренду земельных участков, мониторингом земель, в ФГБУ «ФКП

Росреестра», в структурах БТИ, Министерстве имущественных и земельных отношений Тульской области.

Расширение совместных направлений работы, создание новых проектов и их масштабирование, прозрачное и открытое сотрудничество направлено на совершенствование профессиональных компетенций будущих выпускников.

В настоящее время Тульская область участвует в пилотном проекте федеральной программы «ГосСтарт», которая реализуется Росмолодежью совместно с Министерством имущественных и земельных отношений Тульской области, Правительством Нижегородской области и Всероссийской Ассоциацией развития местного самоуправления. Цель программы состоит в повышении привлекательности государственной и муниципальной службы среди молодежи, владеющих умениями использовать функциональные возможности современного программного обеспечения, веб-сервисов и информационных систем для работы с информацией, навыками работы в современных стандартных и специализированных информационных системах.

В рамках сотрудничества с ТулГУ регулярно Министерство имущественных и земельных отношений Тульской области для будущих инженеров организовывают день открытых дверей. Специалисты демонстрируют будущим инженерам работу региональной геоинформационной системой имущественного комплекса и территориального планирования Тульской области, показывают возможности технологий дистанционного зондирования Земли для решения задач в сфере земельно-имущественных отношений, дают практические навыки работы с высокоточным геодезическим оборудованием.

Сравнительно недавно на базе подведомственных учреждений Росреестра появилась публично-правовая компания «Роскадастр», в одну из задач которой входит создание единой электронной картографической основы, консолидации и обогащения фонда геоданных до разработки и сопровождения информационных систем.

Одной из ключевых сложностей является разрозненный характер госуправления в сфере национальных пространственных данных. В этом направлении выстроена работа со студентами направления Землеустройство и кадастры на базе ГУ ТО «Областное БТИ» совместно с главным управлением администрации города Тулы по Привокзальному району по анализу данных и статистической обработки пространственной информации. Студенты учатся исследовать и анализировать большие объемы информации, расширяют профессиональные возможности, получают навыки создания алгоритмов, программного обеспечения и работы с базами данных, которые становятся востребованными в трудовой деятельности.

Таким образом, новые цифровые компетенции должны быть учтены при проектировании общих характеристик основной профессиональной образовательной программы высшего образования и согласованы с основными работодателями нашего региона.

Профессиональные компетенции определяются выпускающей кафедрой самостоятельно на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников (при наличии). Из каждого выбранного профессионального стандарта выделяет одну или несколько обобщенных трудовых функций (ОТФ), соответствующих профессиональной деятельности выпускников, на основе установленных профессиональным стандартом для ОТФ уровня квалификации и требований раздела "Требования к образованию и обучению". ОТФ может быть выделена полностью или частично.

Подготовка магистров и бакалавров на кафедре ГиК осуществляется на основе модульной системы [6,7]. В состав каждого модуля включаются элементы (дисциплины), позволяющие освоить определенный вид компетенций: универсальных, общеобразовательных и профессиональных.

Например, при подготовки магистров кафедры первый модуль реализует исключительно универсальные компетенции, включающие: философско-методологические основания системного и критического мышления, разработку, реализацию и управление проектами, межкультурное взаимодействие, коммуникация и саморазвитие в профессиональной деятельности и др.

В состав второго модуля входят элементы, позволяющие освоить общеобразовательные компетенции: современные проблемы землеустройства и кадастров, кадастровую деятельность, территориальное планирование и прогнозирование.

В состав третьего модуля входят элементы, позволяющие освоить как универсальные, так общеобразовательные компетенции: территориальное планирование и прогнозирование для обеспечения пространственного развития территорий, информационное обеспечение кадастровых систем.

В состав четвертого модуля профиля подготовки входят дисциплины, реализующие производственные компетенции, например, региональные особенности охраны земель, организационный механизм ведения кадастра, цифровые технологии в землеустройстве и кадастрах, трехмерный кадастр, нормативно-методическое обеспечение кадастров, государственная кадастровая оценка, картографо-геодезическое обеспечение кадастров, управление земельными ресурсами и землепользованием, программное обеспечение кадастровых работ.

В целом реализуемые учебные планы соответствуют требованиям модульно-компетентностной системы обучения.

Следует отметить, что на протяжении всего обучения, соответствии с учебными планами бакалавриата студенты изучат ряд дисциплин, в которых реально приобретают «зеленые навыки» устойчивого развития региона, такие как, геоэкология», экология, основы инженерной геологии и гидрогеологии, почвоведение, мониторинг и охрана природных ресурсов, мониторинг земель и объектов недвижимости и др.

В заключение необходимо отметить, что для достижений более высоких показателей стратегических направлений развития науки и техники Тульской области, устойчивого развития территории в условиях цифровой трансформации экономики, необходима глубокая синергия образовательного процесса и профессионального сообщества в конкретной деятельности.

Библиографический список:

1. Кожухова Н.В., Серпухова Е.П., Веселова Ю.В., Кожухова Д.А. Компетенции «будущего» в условиях цифровой экономики // Journal of Economics, Entrepreneurship and Law: Экономика, предпринимательство и право Том 11, Номер 7, Июль 2021

2. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».- URL http://kremlin.ru

3. Указ Президента Российской Федерации от 1 апреля 1996 г. № 440 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию».

4. Государственный доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2017 год / под ред. Л.М. Григорьева и С.Н. Бобылева. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2017. 252с.

5. Постановление правительства Тульской области от 27 августа 2021 года № 539 «Об утверждении стратегии развития наук, технологий и инноваций Тульской области до 2030 года».

6. Басова И.А, Мурашова А.А., Чекулаев В.В. Формирование учебных модулей для содействия зеленым навыкам при подготовке специалистов магистратуры землеустройство и кадастры с учетом региональных особенностей. Сборник научных трудов 7-ой Международной научно-технической интернет-конференции «Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов», ТулГУ, Тула, 2022

7. Басова И.А, Чекулаев В.В. Переход к непрерывному обучению зеленым навыкам при подготовке бакалавров и магистрантов по направлению землеустройство и кадастры. Сборник научных трудов 7-ой Международной научно-технической интернет-конференции «Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов», ТулГУ, Тула, 2022. С 6

8. Федеральный закон от 30.12.2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации.

9. Голованова Ю. В. Модульность в образовании: методики, сущность, технологии // Молодой ученый. — 2013. — №12. — С. 437-442. — URL https://moluch.ru/archive/59/8492/

УДК 378.6

ОБ ОПЫТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОФИСНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ СМАРТФОНА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ "ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА" В КОЛЛЕДЖЕ

Залесский К.Е., Анциферов С.В., Скрябин В.Н., Хмелевский М.В.
Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

В статье излагается опыт использования офисного программного обеспечения современных смартфонов при выполнении практических расчетов в рамках изучения курса "Техническая механика" в колледже им. С.И. Мосина ТулГУ.

Ключевые слова: техническая механика, лабораторные работы, электронные таблицы, моменты инерции, смартфон.

Подготовка специалистов для предприятий и организаций машиностроительного профиля в техническом колледже им. С.И. Мосина предусматривает изучение дисциплины «Техническая механика» [1]. Этот курс, включающий лекционные, практические и лабораторные занятия, позволяет студентам получить базовые знания, необходимые при проектировании, изготовлении и эксплуатации различных деталей машин и конструкций.

Выполнение отдельных лабораторных работ предполагается применение отечественного лицензионного программного продукта – системы трёхмерного проектирования КОМПАС-3D. Для его эффективного использования требуется не только специализированный компьютерный класс, содержащий современные компьютеры с соответствующим программным обеспечением, но и относительно подготовленные пользователи, уже имеющие первоначальные навыки программирования и опыт работы с системами автоматического проектирования.

Практически в любом пакете офисных программ для смартфона есть программы, аналогичные текстовому процессору Word и электронным таблицам Excel. Кроме того, что в каждом из этих элементов офисных программ есть модули создания макросов, которые используют объектно-ориентированный язык программирования Visual Basic, программирование возможно прямо в среде Excel.

В данной работе рассматривается случай, когда преподаватель с помощью Visual Basic, либо Excel самостоятельно создает программное обеспечение для проведения занятия, которое после размещения в интернете, например, в одном из бесплатных файлохранилищ, становится доступным для использования студентами на занятии.

Опыт проведения таких занятий показывает, что разрешённое преподавателем использование смартфона на занятии для изучения предмета делают это процесс обучения эффективным и увлекательным для студентов.

В качестве примера рассмотрим, например, выполнение лабораторной работы «Определение главных моментов инерции составных сечений, имеющих ось симметрии, с помощью компьютерной программы» [2].

Цель работы – определить главные центральные моменты инерции составного сечения аналитическим методом и сравнить с результатами, полученными с помощью компьютерной программы, для схемы, имеющей одну ось симметрии, совпадающую с осями симметрии каждой из простых фигур, составляющих сечение. Расчетная схема представлена на рис. 1.

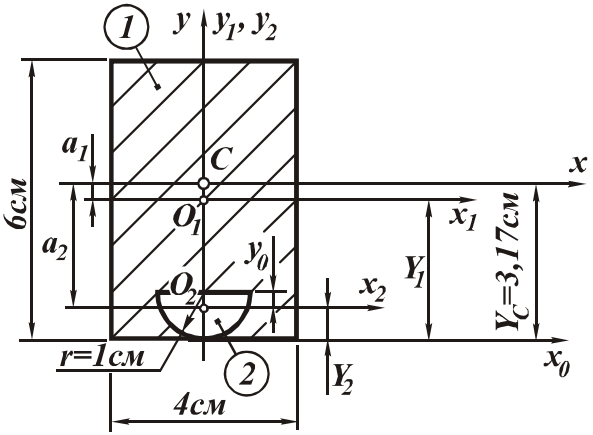


Рис. 1. Схема плоского сечения

Как следует из рис. 1, для определения момента инерции относительно вертикальной главной центральной оси y не требуется определения положения центра тяжести сечения. Для определения момента инерции относительно горизонтальной главной центральной оси положение центра тяжести по вертикали необходимо найти.

Результатами расчёта будут координаты центра тяжести сечения и значения главных центральных моментов инерции. Именно их и нужно будет сравнить с результатами, которые представит созданная к занятию компьютерная программа.

Авторами данной статьи была разработана компьютерная программа в среде Excel. На рис. 2 показан её внешний вид.

Поскольку в некоторых ячейках программы содержатся формулы, не видимые визуально, то следует обратить внимание студентов на то, что для нормальной работы программы вводить и удалять значения можно только в окрашенных ячейках (об этом предупреждает текст во второй строке программы).

В рассматриваемом варианте программа работает только с двумя простыми фигурами, составляющими сечение. Для увеличения количества таких элементарных фигур нет препятствий. Однако при разработке программы учитывалось, что данная программа не должна влиять на самостоятельное решение студентами более сложных задач из расчётно-графических работ, выполняемых ими на старших курсах. Поэтому лучше в программу внести некоторые ограничения, например, по количеству фигур и их взаимному расположению.

	A	B	C	D	E	F
1	Вычисление моментов инерции составного сечения (из 2-ух фигур) с вертикальной осью симметрии					
2		Заполняем и удаляем данные ТОЛЬКО в окрашенных ячейках!!!				
3						
4		Фигура №1				
5	Название:	Прямоугольник				
6	Статус:	*Реальная фигура*				
7	*Основание b=*	4,000				
8	*Высота h=*	6,000				
9	*Y1=*	3,000				
10						
11		Фигура №2				
12	Название:	Полукруг (основание СВЕРХУ)				
13	Статус:	*Отверстие*				
14	*Радиус R=*	1,000				
15						
16	*Y2=*	0,576				
17						
18		Введите НАЙДЕННЫЕ значения величин:	*Оценка нахождения:*			
19	*коорд. Yc=*	3,170	- Верно (Delt<0,5%).			
20	*Ix=*	62,000	- Верно (Delt<0,5%).			
21	*Iy=*	31,600	- Верно (Delt<0,5%).			

Рис. 2. Внешний вид окна программы

При составлении программы для улучшения работы студентов по вводу в неё исходных данных использовались выпадающие списки. Это касается таких параметров, как название простых фигур и их статус – отверстие, или реальный элемент. Выпадающие списки показаны на рис. 3, 4.

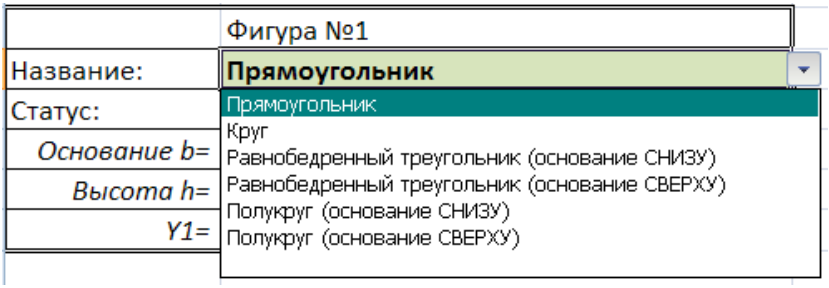


Рис. 3. Выпадающий список «Название фигуры»

Кроме названия фигуры и её статуса в программу в соответствующие ячейки следует ввести основные геометрические параметры фигур, составляющих сечение: величину основания и высоты для треугольника и прямоугольника, и радиуса – для круга и полукруга.

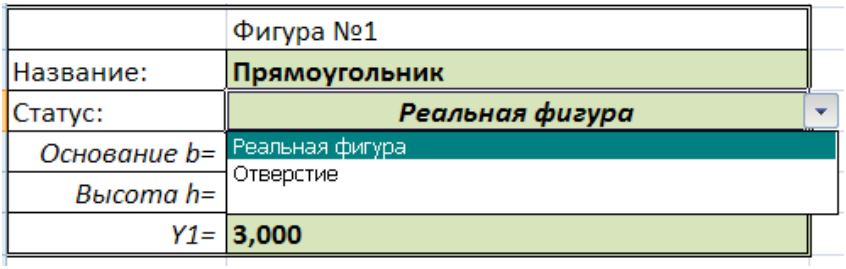


Рис. 4. Выпадающий список «Статус фигуры»

Программа, как следует из рис. 3, различает расположение фигур (положение основания).

На следующем этапе пользователь вводит в программу координаты центров тяжестей фигур Y_1 и Y_2 (рис. 1) относительно вспомогательной оси – ячейки B9 и B16 (Рис. 2).

После определения аналитическим расчётом координаты центра тяжести всего сечения Y_C пользователь вводит её значение в ячейку B19.

Затем он определяет расстояния перехода от центральных осей каждой фигуры к главной центральной оси x всего сечения, и находит значения главных центральных моментов инерции заданного сечения.

После ввода этих значений в ячейки B20 и B21 справа от них в ячейках C19, C20 и C21 программа покажет результат сравнения значений полученных студентом вручную, и истинных значений тех же величин, вычисленных компьютерной программой.

И расчёты, и результаты сравнений следует занести в отчётный бланк лабораторной работы.

Как показывает опыт, студенты в рамках учебного процесса успешно устанавливают на свои смартфоны мобильные офисные программы, и имеют возможность скорректировать свои аналитические расчёты, произведённые в процессе выполнения лабораторной работы, если компьютерная программа, созданная преподавателем, указывает на ошибки в их вычислениях.

Преподавателю стоит учесть, что офисные программы типа «электронные таблицы», студенты скачивают из разных магазинов компьютерных приложений. И у всех будут разные версии программного обеспечения, установленные на разные операционные системы. Поэтому следует быть готовым к тому, что при вводе числа, например, «1,03 см», программа воспримет это, как «1 марта». Рекомендуется заранее задать соответствующий формат ячейкам, в которые будут вводиться числовые значения.

В процессе создания указанной компьютерной программы возникает вопрос, а не стоит ли перестроить саму программу, и вместо координат центров тяжестей фигур Y_1 и Y_2 (рис. 1) вводить в неё, скажем, расстояния от низа всего сечения до низа каждой фигуры?

Дело в том, что если студент неверно определит координаты Y_1 и Y_2, с этими неверными значениями произведёт аналитические расчёты, и введёт их в программу, то в конце он может увидеть, что программа оценила его расчёты как удовлетворительные. А это не будет соответствовать истине. К сожалению, такое случается.

А если вводить в программу, как это и было описано выше, расстояния от низа всего сечения до низа каждой фигуры, то процент верных решений в учебной группе возрастает – при неправильном определении в аналитическом расчёте координат Y_1 и Y_2 (рис. 1), программа будет указывать студентам на неверный результат. И они будут вынуждены найти ошибку и решить задачу повторно для получения правильного результата.

Таким образом, разработанная компьютерная программа по определению главных центральных моментов инерции составных сечений, имеющих одну ось симметрии, может быть рекомендована к ис-

пользованию в учебном процессе, т.к. может являться для преподавателя удобным инструментом при выполнении лабораторных работ и при решении практических заданий по дисциплине «Техническая механика».

Библиографический список:

1. Анциферов С.В., Саммаль А.С., Залесский К.Е., Деев П.В., Воронина И.Ю., Тормышева О.А., Дворянкин В.Г. Техническая механика. Задания для самостоятельной работы и примеры их выполнения // Учеб. пособие. Тула: Изд-во ТулГУ, 2021.- 201 с.

2. Саммаль А.С., Анциферов С.В., Залесский К.Е., Деев П.В. Техническая механика. Расчётно-графические работы и примеры их выполнения // Учеб. пособие. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016.- 125 с.

УДК 378

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ОБРАЗОВАНИИ

Колобаева В.О. Головин К.А.

Тульский государственный университет, г. Тула, Россия

Рассмотрен метод проектов, как новая ступень развития современного образования, проанализированы достоинства данного метода, его особенности и способы его внедрения.

Ключевые слова: проект, проектная деятельность, метод проектов, современное образование, образовательный проект.

Современное образование очень сильно отличается от образования, которое получали люди несколько десятилетий назад. Современное образование должно ориентироваться на практическое применение и учитывать изменения на мировом рынке. На данный момент ценится тот специалист, который не просто обладает определенным багажом знаний, но и умеет его увеличивать, грамотно использовать, умеет занять позицию лидера, обладает способностью к принятию управленческих решений.

Национальная инновационная система Российской Федерации определила задачу интеграции образования путем применения проектно-ориентированного подхода. От решения данной задачи будет зависеть и качественное развитие иных сфер- экономика, культура и другое.

Сейчас важную роль в процессе усвоения информации студентами играет создание проектных работ. Практика подготовки проектных работ показывает, что соблюдение логической последовательности при создании работы крайне полезно.

Так, логическая цепочка состоит из нескольких этапов:

Первый- формирование темы. Обучающийся определяет проблему, выделяет ее конкретную область- тему, выясняет какой вид проектной работы готовиться, применяется теоретическое обоснование проблемы или обобщается практика.

Второй- поиск источников информации. Студент определяет необходимую ему базу- интернет-ресурс, печатные книги, статьи, опыт.

Третий- систематизация материалов и выработка плана проекта.

Четвертый- написание самого проекта.

На данный момент любая деятельность стала включать в себя необходимость управления изменениями. Проектно-ориентированный подход является крайне важным в процессе получения знаний.

Проект- это целенаправленное управление изменениями, в котором учтены временные затраты и необходимый бюджет.

Сегодня «проект» используют повсеместно, вкладывая в него смысл реализации некого замысла. Проект становится управленческой категорией, определяющих в реальной практике способы ритмизации.

Также становится распространенным проектирование в социально- гуманитарной сфере. То есть все изменения, которые происходят в обществе, не считаются естественными процессами, а являются как конкретный шаг изменений. Так проект становится «размером» измерения.

С развитием направления «проектная деятельность» появилось множество терминов, такие как «проектирование», «проектная культура», «проект», «метод проектов» и многие другие. Помимо этого, в образовании определяются тождественными понятия проект и проектная деятельность студентов.

Но самый главный нераскрытый термин это «образовательный проект». Связано это с тем, что проект, который выполняется обучающимся и проект педагогической деятельности имеют разное основание.

Рассмотрим проект с точки зрения освоения обучающимися.

Сам метод проектов возник в начале прошлого века в США, основная идея – обучение на активной основе, подразумевается целесообразная деятельность учащегося в соотношении с его личным интересом к данной области. Сейчас же Российская педагогическая

энциклопедия под редакцией В.В. Давыдова трактует термин «метод проектов» как система обучения, при которой учащиеся приобретают знания в процессе планирования и выполнения постоянно усложняющихся практических заданий проектов.

То есть метод проектов подразумевает самостоятельную деятельность, выявление и решение определенной проблемы. Решение этой проблемы в свою очередь с одной стороны подразумевает использование разнообразных методов, а с другой необходимость интегрирования знаний, то есть применение всех своих знаний, их обобщение и развитие.

Если же рассматривать метод проектов, как педагогическую технологию, то эта технология предполагает совокупность исследовательских, поисковых, проблемных методов, а также творческого подхода. Метод проектов- это развитие инициативы студентов, их настойчивости, умение учитывать трудности и искать разные подходы.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что сегодня в образовательных учреждениях происходит смена знаниевого подхода на компетентностный. Таким образом, для полноценного и грамотного введения в систему образования метода проектов требуется особая квалификация педагогов, поскольку в основе лежит практико-ориентированный подход, а также применения именно не педагогической технологии, а метода проектов, ориентированного на студентов, с затрагиванием их не как объекта технологии, а с задействованием их самих.

На данный момент в институтах практическое применение проектирования приравнивают к практической деятельности, исходя из этого метод проекта- это введение практики в процесс обучения. А это не верно. Соответственно практическая деятельность и проектная должны быть разделены, а это уже относится к внедрению метода проекта в нашу систему образования.

Таким образом, метод проектов- это новый виток развития образования. Метод проектов позволяет студентам не просто применять полученные знания на практике, но и анализировать их, искать их комплексное применение, и что не мало важно выявлять и формулировать проблему в той или иной сфере.

Библиографический список.

1. Орлова А. А., Задвернюк Л. В. Современные методы и средства анализа городской среды. [Электронный ресурс]. URL: https://estatemag.io/knowledge/sovremennye-metody-i-sredstva-analiza-gorodskoj-sredy/ (дата обращения: 11.08.2021).

2. Копцева Н. П., Сертакова Е. А. Сумма методов современной урбанистической антропологии: постановка проблемы // Урбанистика [Электрон-

ный ресурс]. 2015. № 2. С. 40–53. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=16354 (дата обращения: 11.08.2021).

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Алексею Викторовичу Щусеву - 150 лет…… **5**

ГЕОТЕХНОЛОГИИ И ГЕОТЕХНИКА

Яцыняк С.Д., Ермолович Е.А.

Геофизическое обследование бетонной крепи вертикального ствола для согласования участков геомеханического мониторинга **18**

Сафронов В.П., Сафронов В.В.

Необходимость в новом методологическом подходе при формировании комплексной программы освоения недр открытым способом добычи строительного сырья **26**

Ермолович О.В.

Закладочный композиционный материал на основе переработки железных руд **34**

Маметьев Л.Е., Хорешок А.А., Цехин А.М., Борисов А.Ю.

Совершенствование процессов погрузки продуктов разрушения расширителями обратного хода **37**

Zhalabkovich A.D., \Supervisors: Zelianukha A.V., Skuratovich I.V.

Use of plants after phytoremediation to obtain peat-based composite fuel **45**

Орловский В.Ч

Рациональное использование отсевов из материалов дробления гранитоидных пород рупп «гранит» **48**

Яконовская Т.Б.

Исследование гидроабразивного износа фрезы торфодобывающей машины **53**

Зюзин Б.Ф., Жигульская А.И., Оганесян А.С., Сергеева А.С.

Применение цифровизации при оценке технико-экономической эффективности трРаботы фрезерующих устройств **59**

Зюзин Б.Ф., Жигульская А.И., Оганесян А.С.

Опытная оценка усилия сопротивления резания при фрезеровании торфяной среды **64**

Мансур А.Х., Верчеба А. А.

Золотоносность полосчатой железисто-кремнистой формации северо-африканского щита и рудной формации Курской магнитной аномалии **69**

Стр.

Пухова О.В., Михальчук М.Н. Пинчук В.Р.

Повышение уровня осушенности производственных площадок для оптимизации процесса сушки в геотехнологии разработки торфяного месторождения **75**

Кологривко А.А., Кузьмич В.А.

Решения по высотному складированию галитовых отходов на шламовые основания **82**

Алексеева С.Ю, Мокроусова И.В, Лаптева С.Б.

Исследование сорбционной способности торфа на нефть в зависимости от физико-технических свойств торфа **87**

Агафонов А.А., Васильева М.А.

Обоснование применения альтернативных материалов в конструкции подъемных сосудов одноканатного скипового подъема **90**

Новиков В.И.

Актуальные вопросы проектирования передающих устройств высокого давления для гидроструйных технологий **94**

Костенко Ю.А. Копылов А.Ь.

Расчет крепи тоннеля при наклонном напластовании пород **102**

Волчихина А.А., Васильева М.А.

Комплексный подход увеличения длины транспортирования твердеющей закладочной смеси **104**

БородкинН.Н., Бородкина Н.Н., Рябов Г.Г.

Комплексные энергозатраты при добыче и переработке полезных ископаемых **110**

БородкинН.Н., Бородкина Н.Н.

Оценка выбросов веществ в атмосферу при работе автотранспорта в карьерах тульской области **118**

Ракша А.И., Ковалев Р.А.

Теплотехнические способы регулирования теплового режима подземных выработок **123**

Басалай Г.А.

Классификация исполнительных органов горных машин **126**

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Трещев А.А., Лапшина М.А.

МКЭ модель деформирования ортотропных пластин с возникающей неоднородностью **133**

Стр.

Прохорова А.В., Сычева Т.Н.

Управление проектами для обеспечения полной реализации проектных решений при возведении строительных объектов **139**

Барковская С.В., Хрунов Е.Е.

Мелкозернистые бетоны с добавкой микрокальцита **144**

Делягин М.Ю., Стамболцян М.М.

Использование методики EN 1993-1-1 по учёту начальных несовершенств для расчёта внецентренно-сжатых стальных элементов средствами сапр по СП 16.13330.2017 **149**

Теличко В.Г., Коваленко С.Н.

Система информационного обеспечения процесса обучения в искусственной среде моделирования строительному проектированию **154**

Теличко В.Г., Андронов А.М., Коваленко С.Н.

Моделирование многоэтажного железобетонного здания с учетом повреждений и влияния деформируемого основания **161**

Трещев А.А., Теличко В.Г.,Бесстрашнов Д.О.

К расчету многослойного деформируемого полупространства из ортотропных слоев с учетом наведенной неоднородности **168**

Копылов А.Б., Ермолаева Е.А.

Благоустройство территории жилой многоквартирной застройки **175**

Теличко В.Г., Чигинская И.А.

Решение нестационарной термомеханической задачи изгиба тонкой пластины из нелинейного материала в программе ANSYS **179**

Никитина К.В., Копылов А.Б.

Ландшафтно-градостроительная организация функциональных зон городских пространств **186**

Шульженко Н.А., Пушилина Ю.Н.

Особенности формирования жилых групп высотного многофункционального жилого комплекса **190**

Чеботарев П.Н

Перспективы применения робототехнических систем в строительстве **197**

Жучков Д.С, Копылов А.Б., Головин К.А.

Адаптивная система управления проектной деятельностью в строительстве **200**

Чигинский Д. С., Дорошенко Д. И., Бесстрашнов Д. О.

Верификация результатов нелинейного расчёта железобетонной плиты в ПК Лира-сапр в условиях простого изгиба **210**

Стр.

Вялкова Н.С.

Использование BIM для капитального ремонта инженерных систем здания **218**

Бессонова И.Д., Зяблова М.А., Копылов А.Б.

Подземная урбанистика. Перспективы освоения подземного пространства **221**

Цинман Ж.Г., Попикова В.А.

Гармонизация искусственной и природной среды на примере города Алексин **226**

ЭНЕРГЕТИКА, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Касобов Л.С., Давлатшоев Д.Д.

Управление переходными режимами энергосистемы на базе многуровневой противоаварийной автоматики на современном уровне **232**

Фадеева И.М., Камдин А.Н.

Функционирование энергетического рынка в контексте реализации стратегии научно-технологического развития Российской Федерации **241**

Соколов В.А., Соколова С.С., Рожков В.Ф.

Аналитическая обработка тепловизионных сигналов при аэротермографии теплопроводов **254**

Рожков В.Ф., Соколова С.С.

К вопросу об экономической целесообразности энергосберегающих мероприятий при оптимизции теплового режима промышленных объектов **260**

Ярош В.А., Жданов В.Г., Логачева Е.А., Федорцов М.А.

Пространственные данные электрических сетей в ГИС **266**

Ярош В.А., Жданов В.Г., Логачева Е.А., Федорцов М.А.

Суммарные потери мощости различных нагрузок **270**

Ярош В.А., Жданов В.Г., Логачева Е.А., Федорцов М.А., Левченко Н.А.

Баланс реактивной мощности **274**

Лемешко М.А., Коноваленко А. Ю.

Преобразователь тепловой энергии солнца в электричество **278**

Костенко Ю.А., Украинская А.Д.

Автоматизация системы отопления **286**

Стр.

Солодков С.А.

Особенности лучистого теплообмена при сжигании водомазутных эмульсий **289**

Белоусов Р.О.

Определение фактического расхода без использования суживающих устройств **295**

ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Воробьев А.Е., Воробьев К.А.

Главные особенности интернационализации экологических вузов **298**

Панарин В.М., Маслова А.А., Коваленко А.Н., Браун В.А.

Методология построения автоматизированной системы экологического мониторинга и поддержки принятия управляющих решений **306**

Непомнящий В.Ю., Панарин В.М., Маслова А.А

Структура и реализация модуля дистанционного мониторинга изоляторов вл, оснащенного датчиком тока **315**

Панарин В.М., Маслова А.А., Коваленко А.Н., Браун В.А.

Методология прогнозирования загрязнения окружающей среды в краткосрочной и долгосрочной перспективе **321**

Коряков А.Е., Геворкян А.В.

Причины и последствия аварий на АЭС мира **330**

Коряков А.Е., Богачев А.А.

Анализ заболеваемости злокачественными новообразованиями на территории города Красноярск **337**

Коряков А.Е., Шишкина А.А.

Анализ условий труда на сборочно-покрасочном производстве **341**

Кашинцева Л.В., Евдокимова Е.Ф.

Причины аварий и инцидентов на объектах по хранению и переработке зерна **343**

Коновалова Е.А., Корнеева Н.Н., Сальников Б.Ф.

Возможности применения очистки сточных вод в естественных условиях на территории Тульской области **351**

Евдокимова Е.Ф., Кашинцева Л.В.

Охрана труда и промышленная безопасность на опасных производственных объектах комбикормового производства **357**

Стр.

Рылеева Е.М., Ивлиева М.С.

Изменение суммарной бета-активности радионуклидов на территории Тульской области **362**

Панарин В.М., Рылеева Е. М.

Глинистые алюмосиликатные сорбенты для очистки промышленных сточных вод **367**

Лабусова В.В.

Минимизация воздействия на окружающую среду гальванического производства **371**

Пинчук В.Р., Михальчук М.Н., Пухова О.В.

Воздействие осушения торфяной залежи на окружающую среду **375**

Корнеева Н.Н., Хорошилова А.Д., Корнеева А.А.

Качественный выбор природных источников для систем водоснабжения **382**

Злобин Е.К.

«Скрытый» критерий выбора автоматического фильтра с реагентной регенерацией **388**

Злобин Е.К.

Определение суточной производительности автономных автоматических технологических схем водоподготовки **392**

Эшкобилова М. Э.

Разработка химических сенсоров для мониторинга метана **395**

Веремейчик Л.А., Овезбердиев Б

Использование твердых бытовых отходов в качестве вторичных энергетических ресурсов в Республике Беларусь **403**

Веремейчик Л.А., Акмырадов Х

Экологические нагрузки на почвы республики Беларусь и мероприятия по их преодолению **409**

Злобин Е.К.

Особенности эксплуатации реагентного бака современного автоматического фильтра **415**

Яконовская Т.Б.

Экологические платежи как инструмент реализации идеи «зеленой» экономики **420**

Денисова В.Е.

Современное состояние реки Упа (2020-2022 год) **426**

Стр.

Ракша А.И., Ковалев Р.А

Переработка отходов животноводческих предприятий как фактор снижения экологической нагрузки на окружающую среду **430**

Кузюкова О.В.

Экологический каркас города и проектные предложения по его благоустройству(на примере муниципального образования города Тула) **434**

КАДАСТР, ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Клюшниченко В.Н., Лебедев Н.Д., Загидуллина К.Р.

Использование и учет земельного фонда в российской федерации и некоторых зарубежных странах **443**

Клюшниченко В.Н., Лебедев Н.Д.

О надежности методики государственной кадастровой оценки недвижимого имущества **449**

Клюшниченко В.Н., Лебедев Н.Д.

Формирование недвижимого имущества в Великобритании **455**

Дарабаев Д.Д.

Проект создания опорной маркшейдерской сети на карьере Зарница **462**

Чекулаев В.В., Тесаков Н.Е., Копылов А.Б.

К вопросу совершенствования правового режима земель лечебно-оздоровительных местностей и курортов **467**

Устинова Е.А., Минаева Н.С.

Анализ нарушений земельного законодательства при осуществлении государственного земельного контроля в Тульской области **475**

Морзак Г. И., Сидорская Н. В., Мартынюк С. С

Инновационный менеджмент университетского образования **480**

Лукашина А.А., Чекулаев В.В.

К вопросу совершенствования процесса ГКУ объектов недвижимости посредством внесения в ЕГРН сведений о границах охранных зон лесных массивов с целью рационального использования природных ресурсов **487**

Волков А.В.

Социально-экономическое развитие России в контексте представлений о двухсотлетнем историометрическом цикле **491**

Стр.

Волков А.В.

Математический образ двухсотлетнего цикла социально-экономических изменений **501**

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Жданов В.Г., Ярош В.А., Логачева Е.А., Левченко Н.А.

Формирование пространственных компетенций у студентов при изучении графических дисциплин **509**

Копенкина Л.В.

Труды инсторфа как отражение вузовской и академической науки в области торфяного дела **515**

Бородкин Н.Н., Бородкина Н.Н., Белякова Е.В., Чернецова Е.А.

Условия формирования пространственного восприятия у студентов в процессе обучения с помощью средств наглядности **521**

Бородкин Н.Н., Белякова.В. Е, Чернецова Е.А., Назаров А.П.

Графические дисциплины в вузе как средство развития пространственного восприятия в процессе обучения **527**

Басова И.А., Чекулаев В.В., Казенный И.В., Чебоксаров С.В.

Трансформация образовательного процесса по направлению землеустройство и кадастры в рамках национальных проектов с учетом региональных особенностей **531**

Залесский К.Е., Анциферов С.В., Скрябин В.Н., Хмелевский М.В.

Об опыте использования офисных программ для смартфона при изучении дисциплины "Техническая механика" в колледже **539**

Колобаева В.О. Головин К.А.

Проектная деятельность как инновационная технология в образовании **544**

Научное издание

19 я Международная конференция по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭНЕРГЕТИКИ

Материалы конференции

Компьютерное редактирование и верстка Копылов А.Б.

Изд.лиц. JIP №020300 от 12.02.97. Подписано в печать 24.10.23.
Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 37,5. Уч.-изд. л. 32,24. Тираж 100 экз. Заказ
Тульский государственный университет.
300600, г. Тула, просп. Ленина, 92.

Отпечатано в Издательстве
Тульского государственного университета.
300600, г. Тула, просп. Ленина, 95