

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы  
Зверева Ивана Вячеславовича

**«Совершенствование технологических операций магнитно-импульсной обработки по схеме «обжим» тонкостенных полых осесимметричных заготовок в условиях серийного производства»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением**

Диссертационная работа Зверева И.В. посвящена решению актуальной научно-технической задачи, заключающейся в теоретическом и экспериментальном обосновании новой конструкции индукторных систем на «обжим», снижающей себестоимость данного инструмента для применения в серийном производстве, а также разработке новых приспособлений для обработки тонкостенных полых осесимметричных заготовок методом магнитно-импульсной обработке металлов (МИОМ) в условиях серийного производства, повышающих геометрическую точность этих изделий.

Автор провел исследования на высоком научно-техническом уровне: усовершенствовал алгоритм расчета параметров процесса МИОМ с учетом прочностных характеристик индукторных систем на «обжим» и возможности использования полученных данных для последующего компьютерного моделирования; исследовал воздействие давления электродинамических сил на токопровод и межвитковую изоляцию индукторных систем на «обжим», а также совместное влияние их геометрических и физических параметров на прочность индукторных систем на «обжим» при МИОМ, и что очень важно, определил опасную зону токопровода при разряде в которой возможно разрушение витков в следствии максимальных механических напряжений. На основе проведенных работ Зверев В.И. разработал конструкцию и технологию изготовления индукторных систем на «обжим», а также технологической оснастки для расширения возможностей МИОМ в условиях серийного производства, что подтверждается 3 патентами и 3 свидетельствами о регистрации программ для ЭВМ.

Достоверность полученных Зверевым И.В. результатов подтверждена проведенными экспериментами и использованием современного оборудования. Практическая значимость полученных результатов подтверждается их внедрением в ПАО «Императорский Тульский оружейный завод», АО «Тулаточмаш», в учебных процессах кафедр «Механика и процессы пластического формоизменения» (МиППФ) ТулГУ и А2 «Технология конструкционных материалов в производстве ракетно-космической техники» БГТУ «Военмех».

Из автореферата следует, что диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, имеет научную новизну и практическую ценность, а ее автор – Зверев И.В. заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением.

Заместитель директора по научной работе  
ФГБУН «Институт структурной  
макрокинетики и проблем  
материаловедения им. А.Г. Мержанова  
Российской академии наук», д.т.н.,  
заслуженный деятель науки Московской  
области



Бажин Павел  
Михайлович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт  
структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мержанова  
Российской академии наук»  
142432, Московская обл., г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, 8  
E-mail: [bazhin@ism.ac.ru](mailto:bazhin@ism.ac.ru)  
Тел: +7(49652) 46555

В Диссертационный совет 24.2.417.01  
ФГБОУ ВО «Тульский  
государственный университет»  
300012, г. Тула, проспект Ленина, д. 92

### ОТЗЫВ

*на автореферат диссертационной работы Зверева Ивана Вячеславовича  
«Совершенствование технологических операций магнитно-импульсной  
обработки по схеме «обжим» тонкостенных полых осесимметричных  
заготовок в условиях серийного производства», представленную на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.5.7 Технологии и машины обработки давлением*

Диссертационная работа Зверева Ивана Вячеславовича посвящена совершенствованию технологических операций магнитно-импульсной обработки металлов (МИОМ) по схеме «обжим» тонкостенных полых осесимметричных заготовок в условиях серийного производства за счет совершенствования алгоритма расчета основных параметров МИОМ и прочностных расчетов токопровода индукторных систем.

Практическую значимость данной работы имеют использования результатов исследования для разработки новых технологических процессов изготовления деталей «Корпус» и «Обтюратор», внедренных на серийном производстве ПАО «Императорский Тульский оружейный завод», использования отдельных материалов исследования на предприятии АО «Тулаточмаш», в учебных процессах кафедр «Механика и процессы пластического формоизменения» (МиППФ) ТулГУ и А2 «Технология конструкционных материалов в производстве ракетно-космической техники» БГТУ «Военмех», а также разработки конструкций оснастки для выполнения операции «обжим» с использованием сборных оправок для повышения качества изготовления полых осесимметричных деталей в условиях серийного производства, разработанных программ для ЭВМ, конструкции индукторных систем с токопроводом сварного типа. Накопленный автором опыт применения МИОМ на предприятии военно-промышленного комплекса в условиях серийного производства, несомненно, важен и может быть использован на других серийных производствах при внедрении МИОМ, что может положительно сказаться на развитии МИОМ в России, как отрасли в целом.

В качестве замечания по автореферату отмечу, что из автореферата не ясно, учитывалось ли влияние концевых эффектов на индуктивность системы индуктор-заготовка при различных соотношениях геометрических размеров индуктора и заготовки, а также от величины зазора между индуктором и заготовкой.

Указанное замечание не влияет на общую положительную оценку работы.

Диссертационная работа на тему «Совершенствование технологических операций магнитно-импульсной обработки по схеме «обжим» тонкостенных полых осесимметричных заготовок в условиях серийного производства» представляет собой законченную, научно-исследовательской, квалификационную работу, посвященную решению актуальной задачи, а ее автор – Зверев Иван Вячеславович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 - Технологии и машины обработки давлением.

Главный специалист по системам  
контроля изоляции Департамента  
автоматизации энергосистем  
ООО НПП «ЭКРА»,  
кандидат технических наук,  
*05.11.2017.*



Галкин И.А.

**Подпись Галкина И.А. заверяю:**



*Утвердить форму  
кадрового учета отдела  
кадрового и организационного  
обеспечения ИТ ООО НПП "ЭКРА"*

*Исх. № 10/2017*

**Сведение об организации: ООО НПП «ЭКРА»**

**Адрес: 428020, Чувашская Республика,**

**г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 3, +7 (8352) 220-110, <https://ekra.ru>**

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зверева Ивана Вячеславовича  
«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ  
МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ПО СХЕМЕ «ОБЖИМ»  
ТОНКОСТЕННЫХ ПОЛЫХ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ЗАГОТОВОК  
В УСЛОВИЯХ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА», представленной на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.5.7 Технологии и машины обработки давлением

Диссертация Зверева Ивана Вячеславовича посвящена совершенствованию технологической операции магнитно-импульсной обработки металлов по схеме «обжим» тонкостенных полых осесимметричных заготовок.

Необходимость в теоретическом и экспериментальном обосновании новой конструкции индукторных систем на «обжим», снижающей его себестоимость, а также разработка новых приспособлений для обработки тонкостенных полых осесимметричных заготовок методом МИОМ в условиях серийного производства, повышающих геометрическую точность этих изделий обуславливают актуальность работы.

Новизна работы состоит в: установлении влияния на прочность индукторной системы на «обжим» с осевым закреплением без внешнего бандажа его геометрических параметров и механических характеристик материала токопровода и межвитковой изоляции; выявлении в результате численного моделирования зоны опасного сечения, в которой возможно разрушение токопровода вследствие максимальных механических напряжений, возникающих при разряде, что позволяет уточнить расчёт сечения витков токопровода.

О практической значимости работы говорят использование результатов диссертации в производстве деталей «Корпус» и «Обтюратор» на серийном производстве ПАО «Императорский Тульский оружейный завод».

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. Не приведено исследование стойкости индукторной системы с токопроводом сварного типа.

2. В заключении (пункт 7) автореферата приводится деталь «Обтюратор», в автореферате данная деталь не описывается.

Представленная диссертационная работа Зверева Ивана Вячеславовича удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, характеризуется актуальностью, научной новизной, практической ценностью и достоверностью результатов, содержит научно-обоснованные технические разработки, обеспечивающие решение важной задачи совершенствованию технологической операции магнитно-импульсной штамповки по схеме «обжим» в условиях серийного производства. В целом она соответствует требованиям п. 9 "Положения о присуждении ученых степеней", предъявляемых к кандидатским диссертациям, а автор диссертации – Зверев Иван Вячеславович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением.

Подтверждаем свое согласие на включение моих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Зверева И.В. и их дальнейшую обработку.

ФИЛИАЛ ПУБЛИЧНОГО АКЦИОНЕРНОГО  
ОБЩЕСТВА "ОБЪЕДИНЕННАЯ  
АВИАСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ" -  
НОВОСИБИРСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ЗАВОД  
ИМЕНИ В.П. ЧКАЛОВА, 630051, г. Новосибирск,  
Ползунова 15,

Тел.: 8(383)278-85-01;

Сайт:

[https://www.uacrussia.ru/ru/;](https://www.uacrussia.ru/ru/)

E-mail: [info@naz.sukhoi.org](mailto:info@naz.sukhoi.org)

Канд. техн. наук, доцент,  
05.07.04 – «Технология производства  
летательных аппаратов»,  
заместитель главного технолога,



В.В. Красовский

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зверева Ивана Вячеславовича «Совершенствование технологических операций магнитно-импульсной обработки по схеме «обжим» тонкостенных полых осесимметричных заготовок в условиях серийного производства», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением»

Повышение производительности, качества, снижения стоимости изделий ВПК требует внедрения прогрессивных технологий. Используемые технологии получения тонкостенных полых осесимметричных деталей из различных металлов и сплавов внедрены в основном в мелкосерийное или единичное производство. Для изготовления таких изделий применяется магнитно-импульсная обработка материалов (МИОМ). Основными ограничениями при внедрении МИОМ в серийное производство обусловлено низкой стойкостью инструмента – индуктора и, следовательно, отклонения размеров получаемых изделий, дороговизной его изготовления.

Таким образом, диссертационная работа Зверева И.В. направлена на снижение себестоимости изготовления индукторных систем для внедрения их в серийное производство при изготовлении тонкостенных осесимметричных изделий для ВПК является актуальной задачей.

**Научная новизна** диссертации заключается в установлении влияния на прочность индукторной системы на «обжим» с осевым закреплением без внешнего бандажа его геометрических параметров и механических характеристик материала токопровода и межвитковой изоляции, выявлена зона опасного сечения, в которой возможно разрушение токопровода вследствие максимальных механических напряжений, возникающих при разряде.

**Теоретическая значимость** работы состоит в совершенствовании алгоритма расчета параметров процесса МИОМ с учетом прочностных характеристик индукторных систем на «обжим» и разработке конструкции и

технологии изготовления индукторных систем на «обжим», технологической оснастки для применения в серийном производстве.

**Практическая значимость** работы заключается в разработке конструкций индукторных систем с токопроводами сварного типа на «обжим», оснастки (внедрены на серийном производстве ПАО «Императорский Тульский оружейный завод»). Для оптимизации параметров режимов МИОМ разработано программное обеспечение, позволяющее определить параметры индуктора для МИОМ (необходимое количество витков индуктора, собственные сопротивления и индуктивность индуктора и заготовки), энергетические характеристики процесса.

Результаты исследований использованы для разработки новых технологических процессов изготовления деталей «Корпус» и «Обтюратор», внедренных на серийном производстве ПАО «Императорский Тульский оружейный завод». Общий экономический эффект при внедрении составляет более 1,5 млн. рублей. Полученные результаты также успешно внедрены на предприятии АО «Тулаточмаш».

**Достоверность** результатов, приведенных в тексте автореферата, обеспечена корректной постановкой задач, современными методами исследований и измерений, верификацией полученных данных на промышленном оборудовании. Результаты исследований изложены в 20 работах, в том числе 8 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 4 статьи по материалам конференций различного уровня, 2 статьи в изданиях, цитируемых в SCOPUS. Получены 3 патента и 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

В тоже время по автореферату имеются следующие **замечания**.

Нет ссылок на разработанные операционно - технологические карты изготовления изделий.

Отмеченное замечание не снижает значимости выполненной работы. Диссертация Зверева И.В. А.С. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном, техническом и методическом уровне. Научная новизна установленных положений и



практическая значимость результатов работы полностью соответствует требованиям пункта II (п.п. 9 - 13) «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым кандидатским диссертациям», а автор, Зверев Иван Вячеславович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением.

доктор технических наук, в.н.с.  
Центра научных компетенций ДГТУ

Стрижаков Евгений Львович

доцент, к.т.н. кафедры  
«Строительные материалы»

Церна Игорь Анатольевич

заведующий кафедрой «Машины и  
автоматизация сварочного  
производства» ДГТУ, к.т.н., доцент

Нескоромный Станислав Валерьевич

Подпись Стрижакова Е.Л. заверяю

Подпись Церна И.А. заверяю

Подпись Нескоромного С.В. заверяю

Ученый секретарь Ученого Совета ДГТУ

В.Н. Анисимов



Контакты:

Стрижаков Евгений Львович, доктор технических наук, в.н.с. ЦНК  
Церна Игорь Анатольевич, доцент, к.т.н. кафедры «Строительные материалы»  
Нескоромный Станислав Валерьевич, кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой «Машины и автоматизация сварочного производства»,  
тел. +7 (863) 2738062, 8-904-448-55-12; e-mail: [nescoromniy@mail.ru](mailto:nescoromniy@mail.ru)  
344039, Ростов-на Дону, ул. Шаповалова 2а, Донской государственный технический университет

## **ОТЗЫВ**

**на автореферат диссертации Зверева Ивана Вячеславовича  
«Совершенствование технологических операций магнитно-импульсной  
обработки по схеме «обжим» тонкостенных полых осесимметричных  
заготовок в условиях серийного производства» на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 Технологии  
и машины обработки давлением**

Эффективным способом изготовления полых осесимметричных деталей является магнитно-импульсная штамповка. При этом происходит высокоскоростное воздействие импульсного магнитного поля к заготовкам, предпочтительно изготовленным из высокоэлектропроводящего (медь, алюминий, бронза и т.д.) материала без механического контакта и без рабочей среды.

Однако применение этой операции сейчас ограничено лишь единичным и мелкосерийным производством. Это связано с недостатками процесса – требования к материалу и геометрии, долговечность инструмента-индуктора, прогнозирование свойств материала. Чтобы комплексно учесть все эти факторы необходимо создать методику расчета магнитно-импульсной обработки металлов (МИОМ), которая на данный момент отсутствует.

Кроме того, при внедрении индукторных систем, выпускаемых в России, в серийное производство, возникает ряд проблем, связанных, прежде всего, с конструированием, повышением прочности и снижением себестоимости применяемого в них инструмента, а также разработки приспособлений для выполнения операций и обеспечения точности обрабатываемых деталей.

Зверевым И.В. разработаны: конструкция индукторных систем с токопроводом сварного типа на «обжим» (внедрены на серийном производстве ПАО «Императорский Тульский оружейный завод»); конструкции оснастки для выполнения операции «обжим» с использованием

сборных оправок для повышения качества изготовления полых осесимметричных деталей в условиях серийного производства.

Автором разработано программное обеспечение для расчета технологических параметров процессов МИОМ (необходимое количество витков индуктора, собственные сопротивления и индуктивности индуктора и заготовки, энергия разряда).

Таким образом, диссертация Зверева И.В. является актуальной и востребованной на практике.

Существенным достоинством работы является полученные патенты и свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, что подтверждает новизну предлагаемых и устройств и способов расчета процесса МИОМ.

Особого внимания заслуживает тот факт, что соискатель является лауреатом премий имени С.И. Мосина за 2018 год за работу «Внедрение магнитно-импульсной обработки металлов в условиях мелкосерийного и серийного производства», а также за 2021 год за работу «Повышение технико-экономической эффективности магнитно-импульсных технологий при производстве деталей специзделий за счет создания новых высокоресурсных индукторных систем».

Вместе с тем, судя по автореферату, к работе следует сделать ряд замечаний:

1) в теме диссертации следовало бы указать в кавычках не только слово «обжим», а всю схему: «обжим тонкостенных полых осесимметричных заготовок»;

2) в тексте, на рисунке 5 и в названии патента 2743270 разработка называется по-разному: приспособление, оснастка и устройство, - что вносит неопределенность;

3) не приведено объяснение работы приспособления для «обжима» корпуса;

4) в выводах отмечено, что сборная оправка позволяет повысить геометрическую точность получаемых изделий. В автореферате не сказано,

какая точность была без применения оправки и какая стала с использованием этой оправки;

5) не указано, с какой целью приведен график магнитного поля медного токопровода, как он может быть применен при проектировании технологического процесса;

6) не указано, как изменилась себестоимость изготовления деталей при применении МИОМ по сравнению с классическими процессами штамповки.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации. В целом работа Зверева И.В. является законченным научным исследованием. Апробация работы на научных конференциях полно отражает результаты исследований.


Технически грамотное и научно обоснованное решение поставленных задач, достаточно строгий и современный уровень их решения, а также важность практических результатов позволяют считать рассматриваемую работу удовлетворяющей требованиям ВАК и п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к научно-квалификационным работам, представляемым на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Зверев И.В. достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением.

Авторы отзыва дают согласие на обработку своих персональных данных.

Заведующий кафедрой  
«Высокоэнергетические устройства  
автоматических систем» ФГБОУ ВО  
«Балтийский государственный технический  
университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.  
Устинова, кандидат технических наук по  
специальности 05.02.08. Технология  
машиностроения, доцент

Нестеров  
Николай  
Иванович



29.10.2024

Доцент кафедры «Высокоэнергетические  
устройства автоматических систем»  
ФГБОУ ВО «Балтийский государственный  
технический университет «ВОЕНМЕХ» им.  
Д.Ф. Устинова, кандидат технических наук  
по специальности 20.02.21. Средства  
поражения и боеприпасы, доцент

*Екаф*

Костюк  
Екатерина  
Владимировна  
*29.10.2024*

ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», кафедра «Высокоэнергетические  
устройства автоматических систем»; 190005, г. Санкт-Петербург, ул.1-я  
Красноармейская, д.1, (812) 495-76-12, kaf\_e4@voentmech.ru.

Подписи Нестерова Н.И. и Костюк Е.В. заверяю.

Ученый секретарь ФГБОУ ВО «Балтийский  
государственный технический университет  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», *Костюк Е.В.*  
доцент



*30.10.2024г.*

М.Н.Охочинский

## Отзыв

на автореферат диссертации Зверева Ивана Вячеславовича  
«Совершенствование технологических операций магнитно-импульсной  
обработки по схеме «обжим» тонкостенных полых осесимметричных заготовок  
в условиях серийного производства»  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением

Актуальность темы исследования определена необходимостью расширения области применения технологии магнитно-импульсной обработки материалов и ее использования в условиях серийного производства изделий. Сформулированные автором задачи исследований соответствуют целевой установке работы.

Научная новизна исследований состоит в том, что установлена степень влияния геометрических параметров и механических характеристик материала токопровода и межвитковой изоляции на прочность индукторной системы на «обжим», выполненной с осевым закреплением без внешнего бандажа; выявлена зона опасного сечения токопровода, в которой возможно его разрушение из-за максимальных механических напряжений, возникающих в процессе разряда, что позволяет уточнить геометрию сечения витков токопровода индуктора.

К достоинству диссертации можно отнести широкое использование автором в исследованиях методов компьютерного инженерного анализа и доведение результатов работы до промышленного производства.

Практическая значимость проведенного диссертационного исследования подтверждается практическим применением разработанного программного обеспечения и конструкций индукторных систем при освоении новых технологических процессов при серийном производстве изделий на ПАО «Императорский Тульский оружейный завод».

Важным результатом проведенной работы является то, что на программное обеспечение для расчета параметров процессов магнитно-импульсной обработки и на индукторные системы для выполнения операции «обжим» тонкостенных оболочек, диссертантом получены охранные документы: три патента на изобретения и три свидетельства о регистрации программ на ЭВМ.

Замечания и вопросы по содержанию автореферата:

1) На с. 7, в тексте пояснения формулы написано – «при условии:  $K_1, K_2, K_3, K_4 > 1$ ». Непонятно, при каких условиях коэффициент  $K_4$  может быть больше

единицы, и в чем смысл этого условия в целом?

2) На с. 9, – «В результате расчетов были получены значения максимально возможного давления на токопровод индуктора без перехода материала из упругого в пластическое состояние при условии сохранности изоляции.» Что означает и как определяется условие сохранности изоляции?

3) на с. 11, «Расчёт с помощью LS-DYNA показал правильность аналитических расчетов.» Что такое правильность расчетов, как они оценивались?

Однако эти замечания носят уточняющий характер и не снижают научной ценности и практической полезности представленной диссертационной работы. Диссертационная работа прошла достаточную апробацию, включая статьи в профильных рецензируемых журналах, входящих в Перечень ВАК.

В целом диссертация Зверева И.В. на тему «Совершенствование технологических операций магнитно-импульсной обработки по схеме «обжим» тонкостенных полых осесимметричных заготовок в условиях серийного производства» представляет собой законченную научно-квалифицированную работу.

Считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям пункта п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Зверев Иван Вячеславович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением.

Выражаю согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Зверева Ивана Вячеславовича и их дальнейшую обработку.

Научный руководитель СамНЦ РАН,

академик РАН, д.т.н., проф.

19.11.24

Сведения об авторе отзыва:  
Гречников Федор Васильевич  
Тел.: (846) 332-66-79  
E-mail: [fgrech@ssc.smr.ru](mailto:fgrech@ssc.smr.ru)



Гречников Ф.В.

Сведения об организации: федеральное государственное бюджетное учреждение науки Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук.  
Почтовый адрес: 443001, г. Самара, Студенческий переулок, 3А

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зверева Ивана Вячеславовича «Совершенствование технологических операций магнитно-импульсной обработки по схеме «обжим» тонкостенных полых осесимметричных заготовок в условиях серийного производства», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением

### **Актуальность темы.**

Магнитно-импульсная обработка металлов (МИОМ) занимает достойное место среди высокоскоростных процессов формоизменения листовых заготовок, в том числе сложной формы. Использование МИОМ в серийном производстве деталей накладывает определенные требования к установкам, связанные с конструированием, повышением точностных параметров и снижением себестоимости инструмента. Поэтому теоретическое и экспериментальное обоснование новой конструкции индукторных систем, ориентированных на выполнение операции «обжим», инструмента и приспособлений к ним, повышающих точность изделий, несомненно актуальная научно-техническая задача.

Судя по автореферату, автором достигнута поставленная цель решением ряда задач исследования.

Установленное влияние на прочность индукторной системы, ориентированной на выполнение операции «обжим», с осевым закреплением без внешнего бандажа, ее геометрических параметров и механических характеристик материала токопровода и межвитковой изоляции, а также выявленная зона опасного сечения, в которой высока вероятность разрушения под действием возникающих напряжений при разряде, позволившие уточнить расчет сечения витков токопровода, является научной новизной диссертационной работы.

Автором выносятся на защиту следующие положения:

1. Усовершенствованный алгоритм расчета параметров МИОМ с уточнением собственных индуктивностей и сопротивлений индуктора и заготовки с возможностью использования данных для последующего моделирования в программе, реализующей МКЭ.

2. Результаты компьютерного моделирования на базе программы ANSYS прочностных расчетов токопровода и изоляции индукторных систем при выполнении операции «обжим».

3. Вторичная математическая модель зависимости прочности индукторной системы от момента сопротивления материала токопровода в диапазоне его внутреннего диаметра от 50 до 153 мм.

4. Конструкция индукторной системы с токопроводом, изготовленным методом сварки витков, а также конструкции сборных оправок для цилиндрических деталей, получаемых методом МИОМ, для расширения возможностей применения данной технологии в условиях серийного производства.





## ОТЗЫВ

### на автореферат диссертации

Зверева Ивана Вячеславовича на тему «Совершенствование технологических операций магнито-импульсной обработки по схеме «обжим» тонкостенных полых осесимметричных заготовок в условиях серийного производства», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением.

Автореферат дает достаточно полное представление о решаемой в диссертации проблеме, ее актуальности, методах исследований, полученных результатах и выводах.

Эффективным способом изготовления тонкостенных полых осесимметричных деталей является магнито-импульсная обработка металлов (МИОМ), однако в настоящее время применение такой технологии ограничено единичным и мелкосерийным производством. Теоретическое и экспериментальное обоснование конструкции индукторных систем на «обжим», а также разработка новых приспособлений для обработки тонкостенных полых осесимметричных заготовок методом МИОМ в условиях серийного производства является актуальной научно-технической задачей.

Правильная постановка задач исследования позволила получить новые научные результаты, заключающиеся в совершенствовании алгоритма расчета параметров МИОМ с уточнением собственных индуктивностей и сопротивлений индуктора и заготовки с возможностью использования полученных данных для последующего моделирования в программе реализующей МКЭ.

Разработанная конструкция оснастки для выполнения операции «обжим» с использованием сборных оправок для повышения качества изготовления полых осесимметричных деталей в условиях серийного производства определяет практическую значимость работы.

**Замечание:** в разделе «Достоверность результатов» (стр. 4) не указано, какие использовались методы компьютерного моделирования мирового уровня.

В целом работа выполнена на высоком научно-техническом уровне и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а сам автор, Зверев И.В. заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением.

Согласен на обработку персональных данных.

Профессор кафедры механики и машиностроения Сибирского государственного индустриального университета, д.т.н.

профессор

(654007 г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42. т-н 8(3843) 46-48-01,  
эл. почта [nikitin1601@yandex.ru](mailto:nikitin1601@yandex.ru))

Никитин  
Александр  
Григорьевич

Подпись Никитина Александра Григорьевича заверяю:  
начальник отдела кадров СибГИУ



Миронова Т.А.

06.11.2024

### ОТЗЫВ

*на автореферат диссертационной работы Зверева Ивана Вячеславовича  
“Совершенствование технологических операций магнито-импульсной обработки по  
схеме “обжим” тонкостенных полых осесимметричных заготовок в условиях  
серийного производства” представленной на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 2.5.7 “Технологии и машины обработки  
давлением”.*

Кандидатская диссертация Зверева Ивана Вячеславовича “Совершенствование технологических операций магнито-импульсной обработки по схеме “обжим” тонкостенных полых осесимметричных заготовок в условиях серийного производства” посвящена применению математических моделей для повышения эффективности процессов и разработки новых технологий в машиностроении.

Исходя из автореферата к кандидатской диссертации можно сделать вывод о том, что автор на основе общеизвестной математической модели поведения токопровода индуктора производил расчеты технологических процессов производства деталей “Корпус” и “Обтюратор” на установке для магнито-импульсной штамповки МИУ-30. Результаты расчетов автор использовал для совершенствования существующих технологических процессов в разрезе себестоимости существующего в ПАО “Императорский тульский оружейный завод” технологического процесса магнито-импульсной обработки материалов.

Результаты работы интересны прежде всего с точки зрения понижения себестоимости и повышения (моделирования параметров качества) качества производимых изделий.

При прочтении автореферата возник ряд замечаний:

1. Исходя из автореферата складывается впечатление, что для математического моделирования процессов магнито-импульсной штамповки существует только лишь модель реализованная в пакете компьютерных программ с названием “ANSYS”, которая упоминается в третьей главе. Что наверняка не так. По нашему мнению, в автореферате не хватает данных обоснования выбора программного пакета ANSYS.
2. Исходя из автореферата не ясно, для чего потребовалось дополнительно строить предварительную математическую модель для расчета процесса МИОМ через программный пакет ANSYS.
3. В настоящий момент в разработке компьютерных программ господствует парадигма создания экосистем, в рамках которых разные модули программного обеспечения взаимодействуют друг с другом в рамках завода или какого-то другого предприятия. Исходя из автореферата, ощущается нехватка сведений о дальнейшем использовании полученных результатов расчетов другими системами.
4. По нашему мнению, в автореферате не хватает данных о сэкономленных при совершенствовании технологических процессов и внедрении новых денежных средствах.

5. По нашему мнению, в автореферате не хватает данных об улучшенных метриках качества в рамках какого-то ГОСТ или другого нормирующего производство тонкостенных осесимметричных заготовок документа.
6. По нашему мнению, полученные в ходе работы И.В. Зверева результаты следует сохранять в базе данных и использовать для обучения систем с искусственным интеллектом, которые в последующем смогут осуществлять управление станком МИУ-30.

Приведенные замечания не снижают общего положительного впечатления от автореферата диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук И.В. Зверева. Данные замечания подчеркивают наш интерес к исследованию и желание сотрудничать в дальнейшем. Считаем Ивана Вячеславовича Зверева сложившимся специалистом, достойным присуждения ему степени кандидата технических наук.

доцент Базовой кафедры  
технологий автоматизации в бизнесе,  
Южного федерального университета,  
кандидат

физико-математических наук

06.11.2024г.

[raznomazov@sfedu.ru](mailto:raznomazov@sfedu.ru)

+7-904-342-35-86



*Разномазов* Разномазов Валерий Михайлович

Сведения об организации: 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105. Южный федеральный Университет

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Личную подпись *Разномазова В. М.*

ЗАВЕРЕНО:

Главный специалист по управлению персоналом

*Подпись* / *Подпись* *М. В.*  
« 6 » ноября 20 24 г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зверева Ивана Вячеславовича

на тему: «Совершенствование технологических операций магнитно – импульсной обработки по схеме «обжим» тонкостенных полых осесимметричных заготовок в условиях серийного производства», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением (технические науки)

Актуальность совершенствования технологических процессов магнитно-импульсной обработки тонкостенных металлов (МИОМ), в частности, полых осесимметричных заготовок в условиях серийного производства возрастает в связи с постоянно возрастающими требованиями к геометрической точности изделий. Важными факторами, влияющими на процесс совершенствования данных технологических процессов, являются исследование алгоритмов расчета параметров процесса, исследование механических характеристик используемых материалов, применение адекватных технических и технологических решений.

В ходе диссертационного исследования автором установлено влияние на прочность индукторной системы на «обжим» с осевым закреплением без внешнего бандажа его геометрических параметров и механических характеристик материала токопровода и межвитковой изоляции, выявлена зона опасного сечения, в которой возможно разрушение токопровода вследствие максимальных механических напряжений, возникающих при разряде, что позволяет уточнить расчёт сечения витков токопровода.

Научной новизной исследования являются следующие положения:

1. Усовершенствованный алгоритм расчета параметров МИОМ с уточнением собственных индуктивностей и сопротивлений индуктора и заготовки с возможностью использования полученных данных для последующего моделирования в программе реализующей МКЭ;

2. Результаты компьютерного моделирования на базе программы ANSYS прочностных расчетов токопровода и изоляции индукторных систем на «обжим»;

3. Вторичная математическая модель зависимости прочности индукторной системы от момента сопротивления материала токопровода в диапазоне его внутреннего диаметра от 50 до 153 мм;

4. Конструкция индукторной системы с токопроводом, изготовленным методом сварки витков, а также конструкции сборных оправок для цилиндрических деталей, получаемых методом МИОМ, для расширения возможностей применения данной технологии в условиях серийного производства.

Полученные автором результаты диссертационного исследования прошли апробацию на международных научно-технических конференциях. Число публикаций материалов диссертации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, достаточно для формирования мнения о глубокой проработке изучаемого вопроса.

По содержанию реферата имеется замечание: из текста автореферата не ясно, чем обоснован диапазон внутреннего диаметра токопровода от 50 до 153 мм.

Несмотря на вышеуказанное замечание, диссертационная работа на тему «Совершенствование технологических операций магнитно – импульсной обработки по схеме «обжим» тонкостенных полых осесимметричных заготовок в условиях серийного производства» отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а именно п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а её автор Зверев Иван Вячеславович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности: 2.5.7 – Технологии и машины обработки давлением (технические науки).

Организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»

Адрес: 355017, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1

Тел.: +7 (8652) 95-68-08

E-mail: info@ncfu.ru

Сайт: <https://ncfu.ru/>

Доцент департамента  
функциональных материалов и  
инженерного конструирования  
института перспективной инженерии  
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский  
федеральный университет», кандидат  
технических наук по специальности:  
2.5.7 – Технологии и машины  
обработки давлением

*Н. Землянушнов*

Землянушнов Никита Андреевич

«4» октября 2024 года

ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЕНА  
начальник отдела по  
работе с сотрудниками УКА



*И.С. Горбачев*