

На правах рукописи



ПРЯЖНИКОВА АНАСТАСИЯ АНАТОЛЬЕВНА

**ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ СМЕННЫХ МНОГОГРАННЫХ
ПЛАСТИН ДЛЯ ЧИСТОВОГО ТОЧЕНИЯ**

Специальность 05.02.07 – Технология и оборудование механической
и физико-технической обработки

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Тула – 2014

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО
«Тульский государственный университет»

- Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Иванов Валерий Васильевич
- Официальные оппоненты: **Михайлов Станислав Васильевич**
доктор технических наук, профессор, ФГБОУ
ВПО «Костромской государственный техноло-
гический университет», г. Кострома, профессор
- Истоцкий Владислав Владимирович**
кандидат технических наук, ООО «Научно-
производственное предприятие «РИТ-
Инжиниринг», г. Тула, директор по научно-
техническому развитию
- Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Юго-западный государственный
университет», г. Курск

Защита диссертации состоится «7» апреля 2015 г. в 14:00 часов на засе-
дании диссертационного совета 212.271.01 при ФГБОУ ВПО «Тульский госу-
дарственный университет» по адресу: 300012, г. Тула, пр. Ленина, д. 92, 9-101.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ
ВПО «Тульский государственный университет» [http://tsu.tula.ru/science/disserta-
tion/diss-212-271-01/pryagnikova-aa/](http://tsu.tula.ru/science/dissertation/diss-212-271-01/pryagnikova-aa/).

Автореферат разослан «17» февраля 2015 г.

Ученый секретарь



Черняев Алексей Владимирович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Основу инструментального обеспечения современных машиностроительных производств составляют сборные режущие инструменты с механическим креплением твердосплавных сменных многогранных пластин (далее – СМП). Эксплуатационные показатели таких инструментов во многом определяются режущими свойствами их материалов, а также геометрическими параметрами рабочей части СМП. При конструировании СМП наметилась устойчивая тенденция замены классических форм передней поверхности на гораздо более сложную конфигурацию. Патентный поиск показал, что около 65 % всех изобретений за последние 15 лет приходится на режущие пластины с геометрически сложной передней поверхностью. Это обусловлено тем, что сложный рельеф приводит к уменьшению площади ее контакта со стружкой и реализуется известный принцип укороченной передней поверхности в современной интерпретации. Такая форма способствует формированию компактной стружки, что является одним из основных требований при токарной обработке.

Отечественные предприятия (ОАО «КЗТС» и ОАО «Победит»), выпускающие твердосплавные СМП собственных конструкций не уделяют должного внимания проектированию передней поверхности СМП, что снижает конкурентоспособность отечественных инструментов, несмотря на несомненные достижения в области технологии производства твердых сплавов.

Отсюда следует, что обоснование геометрических параметров СМП для российского производства, позволяющее обеспечить повышение точности и производительности чистовой токарной обработки, является *актуальной научной задачей*.

Цель работы заключается в повышении эффективности процессов чистового точения на основе совершенствования конструкции рабочей части СМП, обеспечивающей ограничение ее контакта со стружкой, а также надежное стружкодробление.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Сопоставить стойкостные качества отечественных СМП для чистового точения с зарубежными аналогами.
2. Рационализировать размеры СМП в плане при сохранении их основных характеристик в условиях чистового точения твердосплавными сборными резцами.
3. Обосновать конструктивные параметры СМП, обеспечивающие дробление стружки с учетом преимущественного ее завивания над плоскостью передней поверхности.
4. Обосновать параметры задней поверхности СМП, обеспечивающие заданную шероховатость обработанной поверхности при чистовом точении.
5. Провести апробацию результатов исследований в производственных условиях.

Объект исследования. Конструкции твердосплавных СМП для чистового точения.

Предмет исследования. Геометрические параметры СМП, определяющие эксплуатационные показатели токарных резцов, такие как стружкодробящая способность, прочность режущего клина.

Методы исследования. Теоретические исследования базируются на основных положениях теории резания металлов, методов математического и компьютерного моделирования. Компьютерное моделирование проводилось в программном продукте SolidWorks 2013. Экспериментальные исследования проведены в лабораторных условиях с применением аттестованных средств измерений: инструментальный микроскоп БМИ-1, профилометр модели Waleline 20, штангенциркуль с цифровым индикатором.

Автор защищает:

1. Результаты экспериментальных исследований по сопоставлению износостойкости отечественных СМП для чистового точения с их зарубежными аналогами, с целью решения вопроса импортозамещения.

2. Экспериментальное исследование влияния уменьшенного угла при вершине резца на температуру резания, усадку стружки и форму стружки в условиях чистового точения твердосплавными сборными резцами.

3. Результаты теоретического и экспериментального определения конструктивных параметров СМП, обеспечивающих дробление стружки.

4. Обоснование ограничения размеров рабочей части задней поверхности СМП по условию устойчивости (ограничения возможной величины износа).

Научная новизна работы заключается в экспериментальном обосновании геометрического расположения уступа на плоской передней поверхности и теоретическом обосновании условий повышения сил трения по главной задней поверхности на основе применения рифлений.

Практическая значимость работы:

1. Разработанная конструкция твердосплавной режущей пластины позволяет уменьшить расход инструментального материала при обеспечении заданных характеристик процесса чистового точения: износостойкость, размерную стабильность, виброустойчивость и повышенную производительность.

2. Разработан способ уменьшения рабочей части задней поверхности, ограничивающее допустимый износ и повышающее производительность чистовой токарной обработки.

Реализация работы. Результаты работы внедрены на ОАО «Тульский научно-исследовательский технологический институт». Материалы диссертации используются в учебном процессе при изучении дисциплины «Инструментальное обеспечение автоматизированных производств» и «Теория планирования эксперимента в инструментальной промышленности» для бакалавров.

Апробация работы. Материалы диссертации доложены на ВНПК «Техника XXI века глазами молодых ученых и специалистов», г. Тула в 2010-12 гг., за которые в 2010 и 2011 награждена дипломами III степени, на VI МНПК «Прогрессивные технологии в современном машиностроении», г. Пенза, 2010 г., на XIV МНПК «Современные технологии в машиностроении», г. Пенза, 2010 г., на «Научной школе-семинаре молодых ученых и специалистов в области компьютерной интеграции производства», г. Оренбург, 2010 г., на ММНК XXXVII

Гагаринские чтения, г. Москва, 2011 г., на VI ВНТК «Студенческая весна 2011: Машиностроительные технологии», г. Москва, 2011 г., III МНТК «Модернизация машиностроительного комплекса России на научных основах технологии машиностроения», г. Брянск, 2011 г., на РМНПК ТулГУ «Молодежные инновации», г. Тула в 2011-2013 гг., на VI Магистерской НТК, г. Тула, 2011 г. – диплом I степени, на Международном Форуме по проблемам науки, техники и образования, г. Москва, 2011 г. – Золотой диплом, на XXXXI Всероссийском Симпозиуме «Механика и процессы управления», г. Миасс, 2011 г., на XV МНТК «Фундаментальные проблемы техники и технологии – Технология-2012», г. Орел, 2012 г., на МНТК «Фундаментальные и прикладные проблемы модернизации современного машиностроения и металлургии», г. Липецк, 2012 г., на МНТК «Высокие технологии в машиностроении», г. Курган, 2012 г., на V МНТК «Машиностроение – основа технологического развития России», Курск, 2013 г., на IX МНПК «Перспективные разработки науки и техники - 2013», Польша, 2013 г.

В 2013 г. за работу «Прогрессивные технологии обработки корпусов артиллерийских снарядов на основе эффективного использования современных режущих инструментов» автор в составе коллектива удостоена диплома лауреата премии имени С.И. Мосина. В 2012 г. удостоена стипендии Правительства РФ, а в 2013 г. – стипендии Президента РФ.

Публикации. Основное содержание работы изложено в 39 печатных работах, из них 1 коллективная монография, 9 статей в изданиях, рекомендованных ВАК, 1 патент РФ на полезную модель, 28 публикаций в научных журналах, сборниках докладов и тезисов.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 5 разделов, заключения, списка использованных источников из 120 наименований и приложения, включает 130 страниц машинописного текста, 73 ил., 37 табл. Общий объем 209 с.

ОБЗОР СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении содержится обоснование актуальности темы диссертации, сформулированы цель и задачи, определены научная новизна и практическая значимость, выделены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе анализируется состояние отрасли по производству твердосплавных СМП в РФ. Отмечается, что повышение точности и производительности токарной обработки, на основе использования инструмента улучшенной конструкции российского производства, является весьма важной научной задачей. Ее решение особенно актуально в производстве нежестких деталей (у которых $l \gg D$) и тонкостенных деталей при работе в условиях чистовой обработки.

Вопросами проектирования конструкций твердосплавных СМП в РФ занимаются В.В. Иванов, С.Я. Хлудов, С.В. Михайлов и др. Исследованиями по повышению эффективности стружкодробления при резании занимались Т.Н. Лоладзе, Н.Н. Зорев, А.М. Вульф и др. С.И. Петрушиным разработана методика по определению рациональной геометрии режущей кромки. В предше-

ствующих работах не уделено достаточное внимание вопросам ограничения контакта инструмента со стружкой на основе уменьшения угла при вершине применительно к сборным резцам.

Анализ форм передних поверхностей отечественных СМП нового поколения для чистового точения, показал следующее. На этапе проектирования СМП конструктором создается такая форма передней поверхности, которая обеспечивает при контакте стружки с передней поверхностью желаемые направление схода стружки и радиус витка. Форма, размеры и место расположения отдельных участков элементов передней поверхности, определяются функциями, которые они выполняют в процессе срезания припуска. Каждый из таких участков может одновременно выполнять одну или несколько функций в процессе резания или изменять их при изменении технологических факторов. Участки передней поверхности состоят из: криволинейных или плоских поверхностей; сферических, цилиндрических или конических впадин; криволинейных или прямолинейных уступов; стоящих отдельно или сопряженных с другими участками выступов. Такие участки могут плавно сопрягаться между собой или иметь четкие границы.

При анализе конструкций СМП отечественных и зарубежных производителей замечено, что по геометрической конфигурации они идентичны своим зарубежным аналогам. С одной стороны это упрощает процедуру выбора формы передней поверхности СМП, с другой стороны, такой подход нельзя признать полноценным решением проблемы импортозамещения инструмента в отечественном машиностроении.

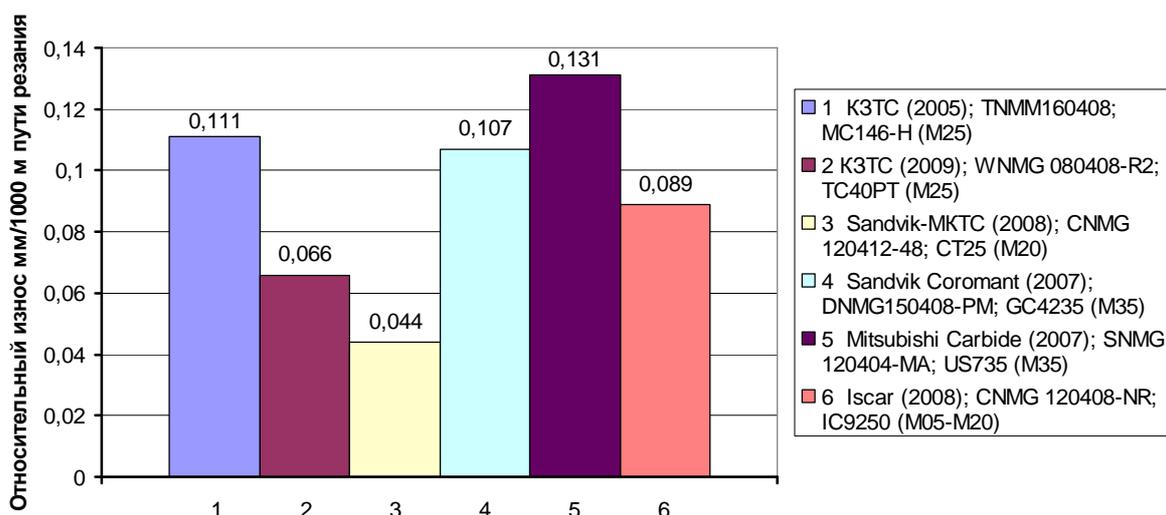
В конце главы формулируются цель работы и задачи исследования.

Во второй главе описываются проведенные исследования по сопоставлению стойкостных качеств отечественных СМП для чистового точения с зарубежными аналогами.

В качестве испытуемых образцов СМП российского производства использовали пластины, изготовленные на ОАО «КЗТС». Для них были подобраны зарубежные аналоги производства Sandvik Coromant, Seco Tools, Mitsubishi Carbide, Iscar, Korloy. Результаты исследования приведены на рис. 1.

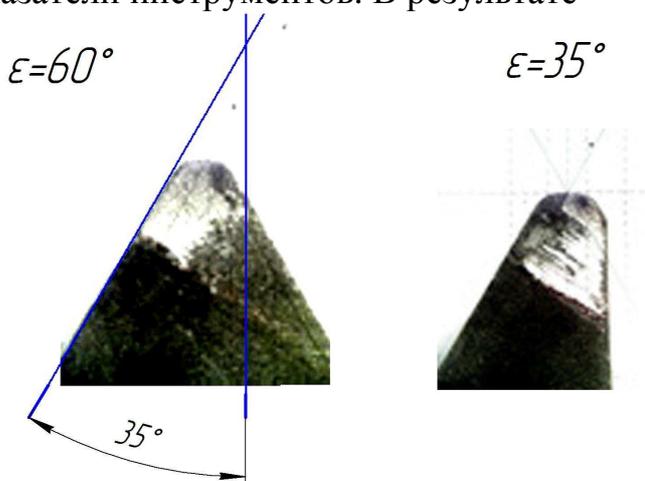
Сравнение режущих свойств проведено при непрерывном продольном точении заготовок из коррозионно-стойкой стали марки 08X18H10T с глубиной резания $t = 0,5$ мм, подачей $S = 0,21$ мм/об без применения СОТС. Малая глубина резания позволила пренебречь влиянием главного угла в плане ϕ и использовать СМП различной геометрической формы.

В результате проведенных исследований замечена тенденция по улучшению качества сплавов производства ОАО «КЗТС». Если сплав МС146-Н 2005 г. производства, в условиях данных экспериментов показал низкую износостойкость, то уже СМП из сплавов нового поколения (2009 г.) показывают лучшие режущие свойства, и по износостойкости близки зарубежным аналогам.



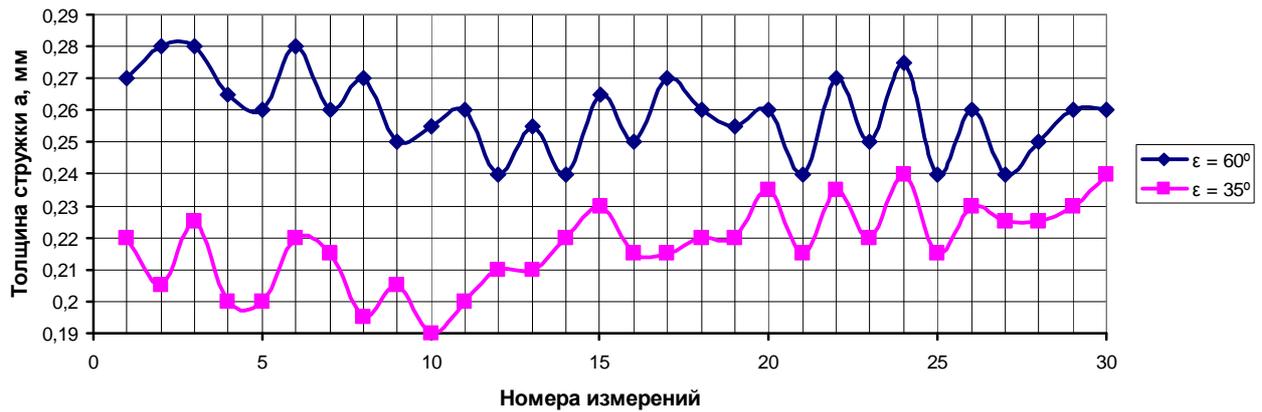
**Рис. 1. Сравнение относительной износостойкости СМП
российского производства с зарубежными аналогами
(сталь 08X18H10T, $S=0,21$ мм/об, $t=0,5$ мм, $V=150\div 170$ м/мин)**

В третьей главе проанализировано влияние угла при вершине твердосплавных СМП на основные характеристики процесса резания в условиях чистового точения. Отмечено, что создание конкурентоспособной конструкции СМП возможно лишь на основе учета закономерностей и явлений, происходящих в зоне контакта инструмента со стружкой. Были проанализированы факторы, влияющие на длину контакта стружки с передней поверхностью, во многом определяющей эксплуатационные показатели инструментов. В результате установлено, что такой фактор как размеры передней поверхности, ограниченные контуром режущих кромок, нуждается в дополнительном изучении. При этом необходимо учитывать преобладающее завивание стружки над плоскостью передней поверхности, характерное для чистовых режимов точения. В этом случае уменьшение угла при вершине СМП будет ограничивать естественную длину взаимного контакта стружки и инструмента. Это хорошо видно из результатов экспериментов, приведенных на рис. 2.

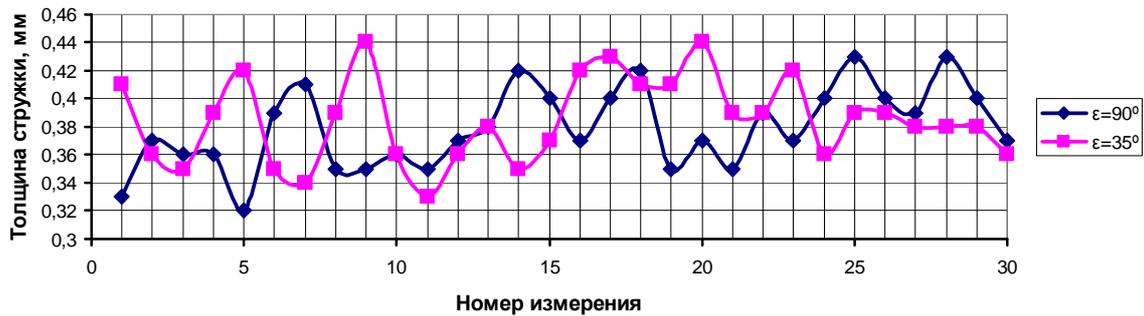


**Рис. 2. Площадка контакта стружки
с передней поверхностью
(сталь 08X18H10T, $V=44$ м/мин ($n=250$
об/мин); $t=0,5$ мм; $S=0,15$ мм/об; $\varphi=60^\circ$)**

Как известно, сокращение длины контакта стружки с передней поверхностью инструмента создает более благоприятные условия для его работы, выражающиеся в уменьшении усадки стружки, сил и температуры резания. Это характерно также и для резцов с плоской передней поверхностью и минимальным стандартным углом при вершине 35° , что подтверждается результатами экспериментов по оценке усадки стружки (рис. 3), а также температуры резания по величине термоэдс (рис. 4).



а



б

Рис. 3. Результаты измерения толщины стружки, полученной при точении: а – стали 08X18H10T; б – сплава В95Т1-Ц1

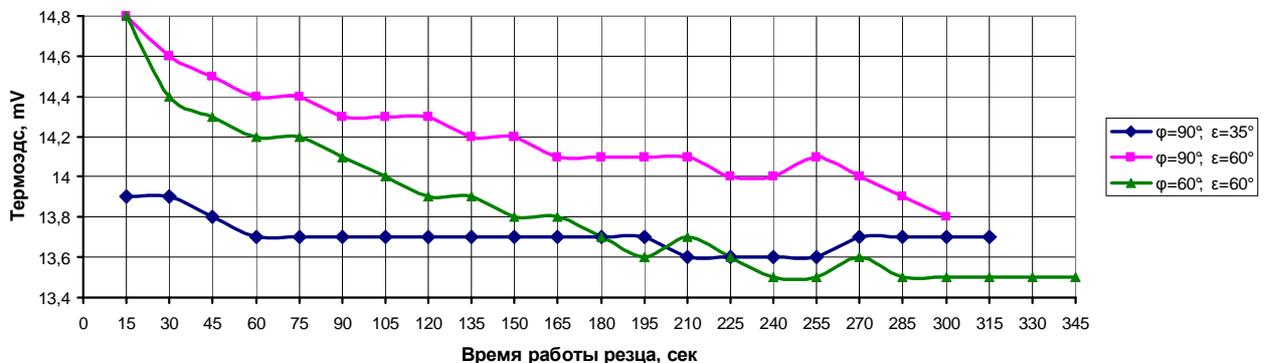


Рис. 4. Влияние угла при вершине ϵ на термоздс при точении стали 38X2МЮА с режимом: $V_{cp}=110$ м/мин, $S=0,21$ мм/об, $t=0,5$ мм

Аналитическое определение температуры резания, проведенное по зависимости, предложенной А.Н. Резниковым, показало, что сокращение длины контакта с 0,8 до 0,5 мм приводит к ее существенному снижению, примерно, на 200°С (рис. 5). Поэтому склонность к прогреванию узкой вершины резца с углом 35° компенсируется уменьшением температуры резания, что делает такой резец практически одинаковым по износостойкости с резцом, имеющим больший угол при вершине.

Тем не менее, неудовлетворительная форма стружки при плоской передней поверхности делает применение таких резцов малоэффективным. Была сделана попытка устранения этого недостатка путем использования классической стружкозавивающей канавки с СМП формы 2008-0422 из сплава МС3210.

Обрабатывалась сталь 38Х2МЮА при следующем режиме резания: глубина резания $t = 0,5$ мм, подача $S = 0,15$ мм/об, $V_{cp} = 240$ м/мин. Однако в этом случае изнашивание резцов с углом при вершине 35° протекает более интенсивно (табл. 1).



Рис. 5. Влияние длины контакта стружки с плоской передней поверхностью на температуру резания (по А.Н. Резникову)

Таблица 1

Результаты эксперимента при точении стали 38Х2МЮА

Угол при вершине ϵ°	Средняя скорость резания V , м/мин	Суммарный путь резания ΣL , м	Суммарное время обработки $\Sigma \tau$, мин	Износ задней поверхности δ , мм	Среднее значение термоЭДС, mV
35	186	756	4,06	0,19	11,7
	240	1081	4,48	0,21	12,2
60	188	766	4,06	0,08	10,2
	242	1279	5,27	0,15	11,3

Это объясняется тем, что стружкозавивающая канавка локализует контакт со стружкой полностью в пределах узкой вершины и способствует ее большему прогреванию и, как следствие, большему изнашиванию. Поэтому данную особенность необходимо учитывать путем введения поправочного коэффициента $K_{V_{\epsilon=35}}$ на скорость резания для резцов с углом при вершине 35° со стружкозавивающими канавками. Так при обработке легированных сталей рекомендуем применять этот коэффициент равным:

$$K_{V_{\epsilon=35}} = \frac{V_{\epsilon=35}}{V_{\epsilon=60}} = \frac{241}{285} = 0,85. \quad (1)$$

Четвертая глава посвящена отработке конструкции рабочей части СМП, обеспечивающей надежное стружкодробление. Произведенное прогнозирование стружкодробления в условиях чистового точения по методике В.В. Иванова позволило сконструировать рациональную конструкцию СМП. Для нее расчи-

таны углы ориентации режущей пластины в корпусе (или кинематические углы) и проведен анализ конструкции на прочность.

В результате проведенных исследований найдено новое решение в сокращении взаимного контакта инструмента со стружкой на основе учета угла при вершине резца, формы передней поверхности и характера завивания стружки, адаптированное к условиям чистового точения. Для его практической реализации необходимо обеспечить формирование приемлемой стружки при плоской передней поверхности. При этом необходимо сохранить установленные преимущества резцов с углом при вершине 35° . В связи с этим в качестве стружкозавивающего элемента на плоской передней поверхности предложено использовать уступ.

Кроме того, для активизации стружкодробления усилено фрикционное взаимодействие витка стружки с задней поверхностью путем применения своеобразного протектора в виде рифлений (рис. 6).

В процессе резания было установлено, что стружка, попадая в канавку рифлений, параллельных режущей кромке, не тормозит в них и не дробится, а проскальзывает, образуя винтовую спираль (рис. 6, а). Анализ взаимодействия стружки с задней поверхностью в данном случае показывает, что рифления «протектора» должны располагаться перпендикулярно главной режущей кромке (рис. 6, б и в).

Для определения условий применения такой конструкции СМП проведена оценка прочности ее рабочей части при помощи компьютерного моделирования в среде Solid Works. Моделирование показало (рис. 7), что прочность предлагаемой конструкции позволяет вести обработку в диапазоне подач $S = 0,1 \div 0,25$ мм/об и глубины резания $t = 0,5 \div 1,5$ мм, что соответствует условиям чистового точения.

Анализ углов режущей части в кинематической системе координат, рассчитанных по формулам (2-4), предложенным С.С. Петрухиным, показывает, что при работе резца с глубиной резания, соизмеримой с радиусом при его вершине, необходимо учитывать существенное изменение главного угла в плане φ на криволинейном участке главной режущей кромки:

$$\gamma_p = \gamma_N + \sigma; \quad (2)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_p = \operatorname{tg}(\alpha_N - \sigma) \cdot \cos \lambda_p; \quad (3)$$

$$\operatorname{tg} \lambda_p = \bar{V}_K / \bar{V}_N, \quad (4)$$

где γ_N и α_N – передний и задний углы в нормальной плоскости; σ – угол наклона плоскости резания; \bar{V}_K и \bar{V}_N – вектора скорости резания в касательной плоскости и нормальной плоскости к плоскости резания.

Таким образом, проведенные исследования позволили обосновать геометрическую конфигурацию, как передней, так и задней поверхностей резца, которая обеспечивает формирование приемлемой стружки при чистовых режи-

мах обработки. Новизна предложенного решения подтверждается патентом на полезную модель режущей пластины в виде СМП.

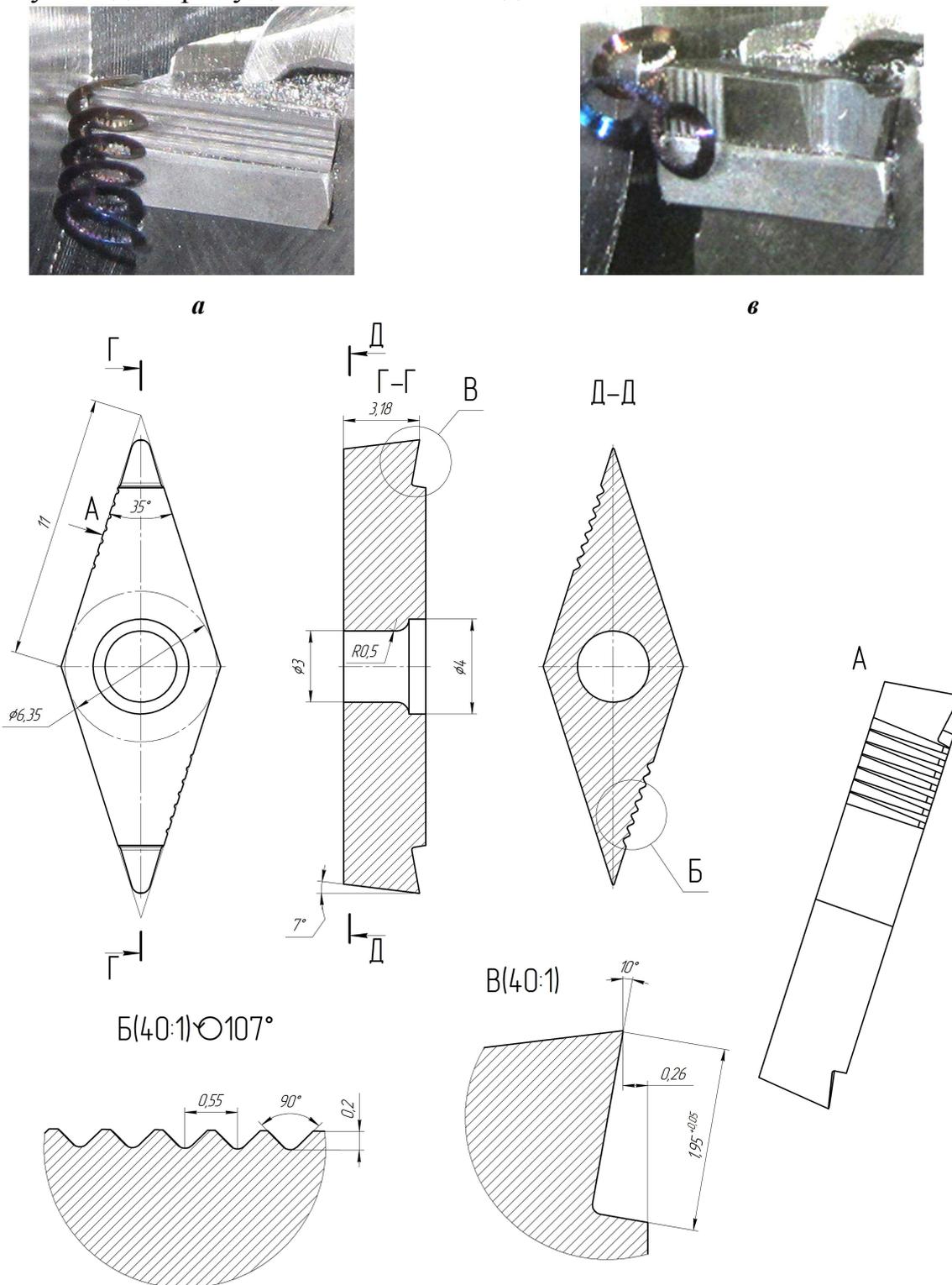


Рис. 6. Взаимодействие стружки с протектором задней поверхности, нанесенным: а – параллельно главной режущей кромке; б – предлагаемая конструкция СМП с протектором перпендикулярно главной режущей кромке (схема), в - то же (фото)

В пятой главе рассмотрено влияние длины рабочей части задней поверхности СМП на качество обработанной поверхности и стойкость СМП. При работе обычными резцами температура резания и износ на задней поверхности

непрерывно нарастают (рис.8, а). При этом шероховатость обработанной поверхности при малых подачах существенно возрастает. Сравнительные данные по шероховатости обработанной поверхности представлены в табл. 2.

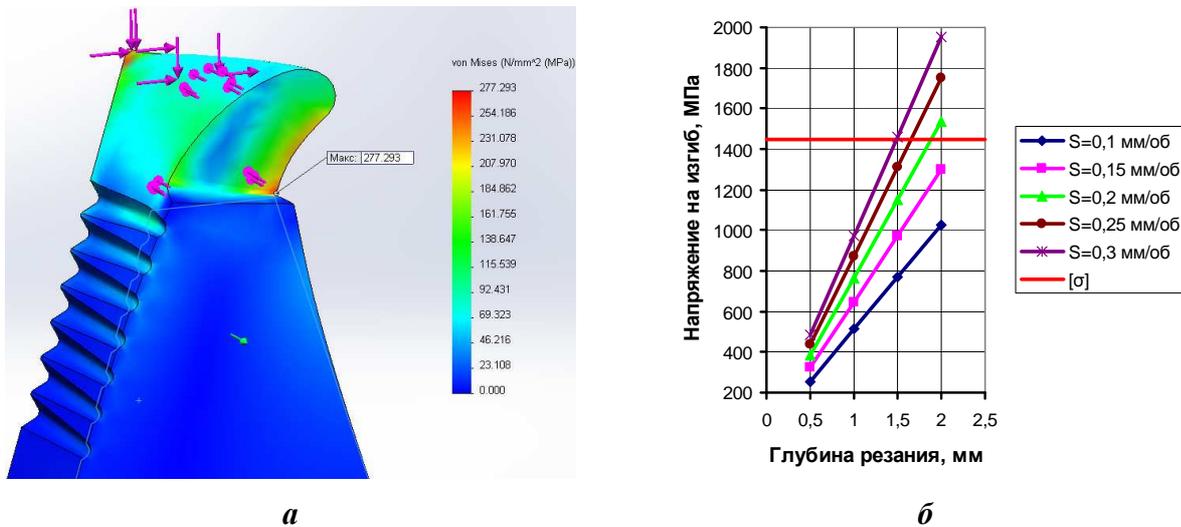


Рис. 7. Моделирование в Solid Works: а – эпюра распределения напряжений в СМП; б – график зависимости напряжения на изгиб от глубины резания при различных подачах

Таблица 2

Результаты расчета и измерения шероховатости

	Шероховатость Ra , мкм при подаче S , мм/об			Время работы резца τ , мин
	0,07	0,11	0,15	
Расчетная	0,51	1,26	2,34	-
Острая	3,87	4,62	5,18	-
Изношенная стандартная	5,75	4,56	4,52	26,78
Изношенная специальная	3,71	4,24	6,23	52,9

Если же искусственно ограничить развитие линейного износа задней поверхности путем нанесения ограничивающей канавки (рис. 8,б), то при достижении величины износа, ограниченной ею, он стабилизируется (рис. 8,в).

Искусственное ограничение допустимой величины износа задней поверхности в рамках исследований было проведено с применением СМП формы 2008-0443 (TPGR160312 по ИСО) из сплава МС2210 (Р20). При этом величина этого износа была принята равной 0,3 мм, которая была ограничена на вершине СМП путем заточки канавки глубиной 0,17 мм (рис. 8, б).

Эксперименты, проведенные при точении участка заготовки $\varnothing 24$ мм длиной 450 мм из стали 38Х2МЮА с $t = 0,3$ мм, $S = 0,11$ мм/об, $V_{cp} = 240$ м/мин, показали, что этот прием позволяет продлить срок службы (период стойкости) на 26,12 мин по сравнению со стандартной СМП. При этом достигнута практически одинаковая шероховатость обработанной поверхности, что видно из таблицы 2.

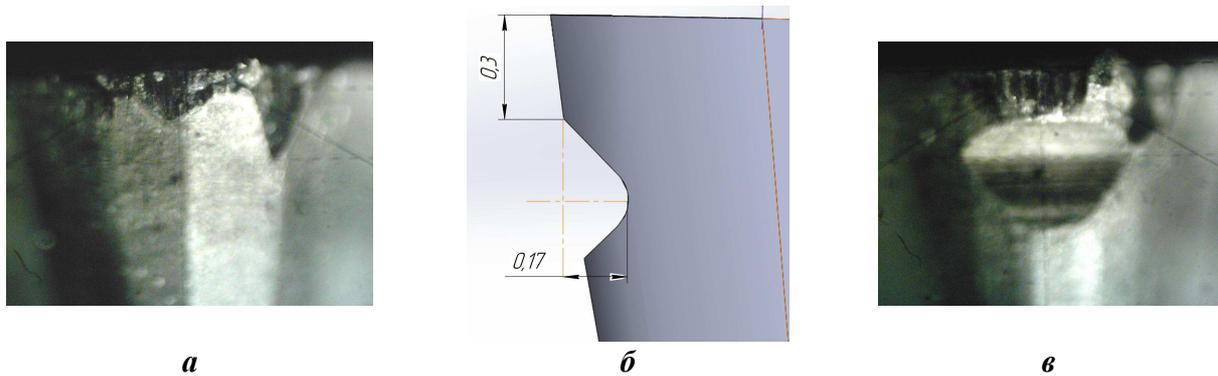


Рис. 8. Состояние вершины СМП: а – вершина стандартной СМП после пройденного пути резания в 6235 м; б – СМП с ограничивающей канавкой до эксперимента; в – та же СМП после пройденного пути резания в 9397 м

Стабилизация температуры при работе инструментами с укороченной задней поверхностью приводит к тому, что радиальный износ такого резца нарастает медленнее, чем резца с гладкой задней поверхностью, а стойкость инструмента увеличивается, что позволяет поддерживать стабильность размеров детали более длительное время. Такая доработка стандартной СМП не вызывает технологических затруднений. Поэтому ее рекомендуется проводить на стандартных отечественных СМП, что повышает их эксплуатационный ресурс и делает их конкурентоспособными.

Поскольку надрез на задней поверхности в идее канавки является концентратором напряжений, то для проверки прочности СМП при резании было проведено моделирование напряжений и деформаций в среде SolidWorks Simulation 2013. Результаты расчета напряжений в среде SolidWorks Simulation 2013 представлены графически (рис. 9).

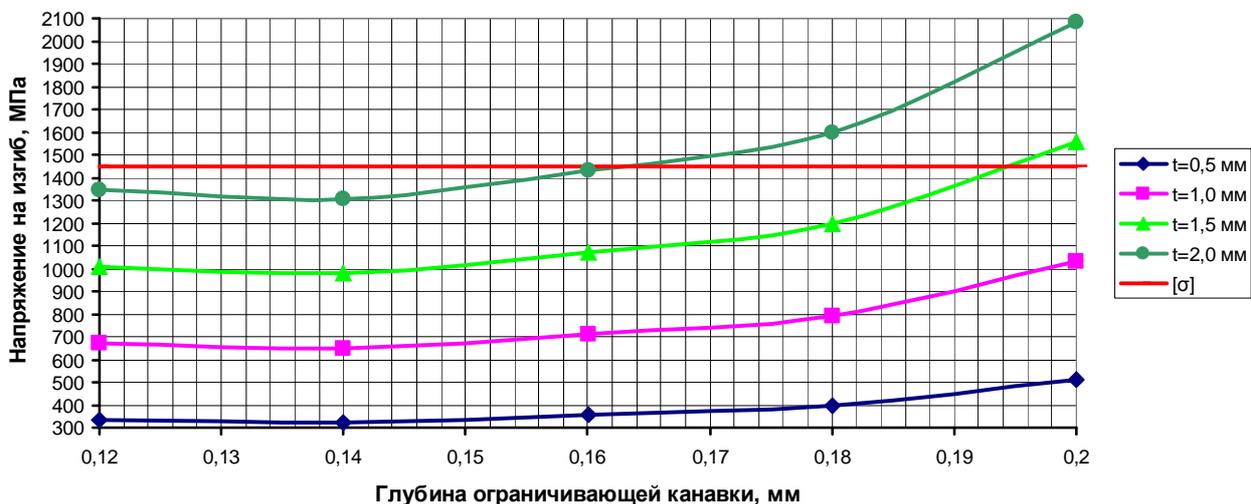


Рис. 9. График зависимости напряжения на изгиб от глубины ограничивающей канавки при подаче $S=0,3$ мм/об (пластина TPGR160312, сплав MC2210, сталь 38X2MЮА, $t=0,3$ мм, $S=0,11$ мм/об, $V_{cp}=240$ м/мин)

Из графика, можно заметить следующее. При максимально возможной подаче (в условиях чистового точения) $S = 0,3$ мм/об наибольшая глубина ограничивающей канавки составляет 0,19 мм. Такая канавка способна выдержать напряжения, возникающие в СМП при резании, в заявленном выше диапазоне

глубин резания. СМП с глубиной канавки 0,2 мм может обрабатывать заготовку с глубиной резания не более 1,0 мм.

Результаты исследований, полученные в диссертационной работе, приняты к внедрению на ОАО «ТНТИ» в технологию чистовой токарной обработки детали типа «Вал» на специализированном станке с ЧПУ мод. ТМ-90.

В результате применения предложенной конструкции СМП путем ее заточки формы VPMT 160404-PF из сплава H13A (Sandvik Coromant) удалось снизить уровень вибраций при обтачивании консольно закрепленных концов детали с отношением $l/D = 5,8$ по сравнению с СМП формы DNMT 11T304-PF, используемой по штатной технологии. Это позволило снизить уровень вибраций, увеличить частоту вращения шпинделя с 400 до 630 об/мин и, соответственно, в 1,57 раза повысить производительность обработки.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

В диссертационной работе решена актуальная научная задача, заключающаяся в обосновании геометрических параметров СМП для российского производства, позволяющих обеспечить повышение точности и производительности чистовой токарной обработки. Получены следующие результаты и выводы:

1. Сопоставление режущих свойств твердых сплавов отечественных СМП для чистового точения с их зарубежными аналогами показало, что качество отечественных сплавов по своей износостойкости за последние 7 лет возросло на 60-70%.

2. Доказано, что путем уменьшения угла при вершине резца можно снизить температуру резания и усадку стружки в условиях чистового точения твердосплавными сборными резцами с плоской передней поверхностью и монолитным уступом при точении на повышенных режимах резания ($V=200\div 280$ м/мин). Одновременно показано, что введение стружколомающей канавки на плоской передней поверхности повышает температуру резания, что предложено учитывать введением поправочного коэффициента $K_{V_{\epsilon=35}}$ на скорость резания для резцов с углом при вершине 35° .

3. Обоснованы конструктивные параметры СМП, обеспечивающие дробление стружки: в качестве стружкозавивающего элемента на плоской передней поверхности предложено использовать уступ; для активизации стружкодробления и усиления фрикционного взаимодействия витка стружки с задней поверхностью применен «протектор» в виде рифлений (патент 135280 РФ). Это позволило расширить диапазон стружкодробления на область подач $S = 0,1 \div 0,25$ при глубине резания $t = 0,5 \div 1,5$ мм.

4. Обосновано ограничение размеров рабочей части задней поверхности СМП по условию ограничения возможной величины износа, путем заточки канавки на расстоянии 0,3 мм от режущей кромки. Глубина канавки 0,17 мм обоснована расчетом напряжений в среде SolidWorks Simulation 2013. Это позволило увеличить время работы одной вершиной в 2,1 раза, при сохранении

заданной шероховатости $Ra=6,3$, что является резервом в повышении производительности обработки.

5. Опытное внедрение результатов исследования в ОАО «ТНИТИ» в технологии чистовой токарной обработки детали типа «Вал» на специализированном станке с ЧПУ мод. ТМ-90 позволило повысить производительность обработки в 1,5-1,57 раза.

Основное содержание диссертации отражено в 39 публикациях, основными из которых являются:

Монография

1. Пряжникова А.А., Иванов В.В., Степанов Ю.С. Прогрессивные машиностроительные технологии, оборудование и инструменты // Том I. Коллективная монография / под ред. А.В. Киричека. М.: Издательский дом «Спектр», 2013. 288 с. (С. 260-287).

В изданиях, рекомендованных ВАК:

2. Пряжникова А.А., Иванов В.В. Ограничение взаимного контакта стружки с инструментом за счет угла при его вершине // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 6: в 2 ч. Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. Ч.2. С. 10-13.

3. Пряжникова А.А., Иванов В.В. Особенности изнашивания СМП с различными углами при вершине и формой передней поверхности в условиях чистового точения // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. С. 354-360.

4. Пряжникова А.А., Иванов В.В. Оценка влияния угла при вершине твердосплавных сменных многогранных пластин на скорость резания при точении // СТИН, № 6, 2012. С. 19-20.

5. Пряжникова А.А., Иванов В.В., Сметанин А.С. Пути повышения конкурентоспособности отечественных инструментов с СМП для чистовой токарной обработки // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. Научно-технический журнал. № 2. 2 (292) 2012. С. 8-13.

6. Пряжникова А.А. Режущие свойства твердосплавных сменных многогранных пластин нового поколения Российского производства // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. Научно-технический журнал. № 3 – 3 (293) 2012. С. 58-61.

7. Пряжникова А.А. Чистовая токарная обработка зубчатых колес и валов резцами с СМП формы V // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 10. Тула: Изд-во ТулГУ, 2012. С. 142-149.

8. Пряжникова А.А., Иванов В.В. Обоснование геометрических параметров рабочей части токарных резцов для чистовой обработки нежестких деталей // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 6. Тула: Изд-во ТулГУ, 2013. Ч.1. С. 45-51.

9. Pryazhnikova A.A., Ivanov V.V. Influence of the vertex angle of multifaceted hard-alloy plates on the speed in turning / Russian Engineering Research. 2013. Т. 33. № 1. С. 46-47.

Патенты

10. Пат. 135280 Российская Федерация, МПК⁸ В23В 27/00. Режущая пластина / Иванов В.В., Пряжникова А.А., Сметанин А.С., Борискин О.И.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО ТулГУ. № 2013132245/02; заявл. 11.07.13; опубл. 10.12.13, Бюл. № 34. 2 с.: ил.

Научные работы, опубликованные в других изданиях

11. Пряжникова А.А., Сорокин Е.В. Замещение импорта инструментов с СМП при производстве машиностроительной продукции в условиях малого инновационного предпринимательства // Ползуновский альманах №2/2010. Алтайский ГТУ им. И.И. Ползунова. С. 292-296.

12. Пряжникова А.А., Иванов В.В. Влияние угла при вершине СМП на допускаемую скорость резания // Современные технологии в машиностроении: сборник статей XIV МНПК. Пенза: Приволжский Дом знаний, 2010. С. 93-96.

13. Пряжникова А.А., Иванов В.В. Перспективы применения режущих инструментов с СМП российского производства // Технические науки: проблемы и перспективы: сб. статей заочной МНК. С-Пб.: Молодой ученый, 2011. С. 134-137.

14. Пряжникова А.А., Иванов В.В., Сметанин А.С., Чуприков А.О. Повышение эффективности процессов чистового точения на основе совершенствования геометрической конфигурации рабочей части резца // Механика и процессы управления. Том 3. Материалы XXXXI Всероссийского симпозиума. М.: РАН, 2011. С.180-185.

15. Пряжникова А.А. Ограничение контакта инструмента со стружкой путем уменьшения угла при его вершине // Фундаментальные и прикладные проблемы модернизации современного машиностроения и металлургии: сборник научных трудов МНТК, посвященной 50-летию кафедры технологии машиностроения ЛГТУ. 17-19 мая 2012 г. / под общ. ред. проф. А.М. Козлова. Ч. 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2012. С. 274-278.

16. Пряжникова А.А., Иванов В.В., Сметанин А.С., Чуприков А.О. Увеличение эксплуатационного ресурса СМП при чистовой токарной обработке // Технические науки: традиции и инновации: материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. Челябинск, январь 2012 г.). / под ред. Г.Д. Ахметовой. Челябинск: Два комсомольца, 2012. С. 115-118.

17. Пряжникова А.А., Иванов В.В., Журавлев С.Д. Режущие свойства СМП из твердого сплава ТС20НТ российского производства // Материалы IX МНПК «Перспективные разработки науки и техники - 2013». Volume 39. Techniczne nauki: Przemysł. Nauka I studia. С. 36-39.

Изд. Лиц. ЛР №020300 от 12.02.97. Подписано в печать _____.2015

Формат бумаги 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 1,1. Уч.-изд. л.1,0. Тираж 100 экз. Заказ ____

Тульский государственный университет.

300012, г. Тула, пр. Ленина, 92.

Отпечатано в Издательстве ТулГУ.

300012, г. Тула, просп. Ленина, 95.