**На правах рукописи**

**Алтухов Александр Юрьевич**

**ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИНСТРУМЕНТА**

**ИЗ КОМПОЗИТА ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ**

**ПРЕРЫВИСТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Специальность 05.02.07 – Технология и оборудование механической

и физико-технической обработки

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени**

**кандидата технических наук**

**Курск - 2012**

Работа выполнена в Юго-Западном государственном университете на кафедре машиностроительных технологий и оборудования

**Научный руководитель:**  доктор технических наук, профессор

**Кудряшов Евгений Алексеевич**

**Официальные оппоненты:**  **Султан-Заде Назим Музаффар Оглы,** доктор технических наук, профессор

Московский государственный

индустриальный университет,

профессор кафедры «Технологий

и металлорежущих систем автомобилестроения»

**Гладышкин Алексей Олегович,**

кандидат технических наук, доцент

Юго-Западный государственный

университет, доцент кафедры

«Городского и дорожного строительства

и строительной механики»

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВПО «Московский государст- венный технический университет «МАМИ»

Защита диссертации состоится «21» мая 2012 г. в 10-00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.105.09 при Юго-Западном государственном университете по адресу: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94 (конференц-зал)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Юго-Западного государственного университета

Автореферат разослан «20» апреля 2012 г.

Ученый секретарь

диссертационного

совета Д 212.105.09 В.В. Куц

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы.** В настоящее время,для подъема промышленности и перехода машиностроения на инновационный путь развития, необходимо в короткое время решать одновременно две задачи: модернизацию самого машиностроения и техническое перевооружение других отраслей экономики, для преодоления отставания от мирового уровня, с одновременным формированием и распространением эффективных инновационных технологий завтрашнего дня.

Необходимость перестройки отечественного машиностроения стала одной из важнейших государственных задач, включающей, наряду с проблемами организационно-институционального преобразования, модернизацию производства на основе реформирования традиционных и устаревших технологий с их заменой на прогрессивные методы обработки деталей машин различной конструктивной и технологической сложности.

Значительным резервом повышения производительности обработки деталей резанием является расширение использования инструментов, оснащенных искусственными сверхтвердыми лезвийными материалами. Внедрение новой или усовершенствованной технологии обработки деталей машин с применением инструмента из сверхтвердых материалов – один из эффективных путей интенсификации металлообработки.

Результаты научных исследований ведущих ученых и практиков, связанных с повышением эффективности процессов и технологий изготовления конструктивно и технологически сложных деталей и в первую очередь труды Б.М. Базрова, Г.В. Боровского, С.Н. Григорьева, В.И. Власова, В.А. Гречишникова, А.Г. Схиртладзе, П.В. Захаренко, Ю.Г. Кабалдина, С.А. Клименко, А.Р. Маслова, С.Г. Ярушина и др. свидетельствует о том, что применение инструментов из различных марок искусственных сверхтвердых лезвийных материалов позволяет успешно решить проблему эффективной обработки прерывистых поверхностей деталей из различных конструкционных материалов.

Процессы лезвийной обработки во многих случаях более производительно и стабильно обеспечивают высокие требования по качеству, предъявляемому к рабочим поверхностям деталей машин, чем при шлифовании. Поэтому исследование процесса токарной обработки (точение и растачивание) поверхностей деталей с элементами конструкции создающими прерывистость резания, в целях повышения работоспособности инструмента из искусственных сверхтвердых материалов на основе кубического нитрида бора (композит), за счет раскрытия технологических возможностей инструмента, является **актуальной** научной и практической задачей.

**Объект исследования.** Процессы токарной обработки деталей класса Тела вращения, а также корпусных деталей, имеющих конструктивные элементы, создающие прерывистость резания, изготавливаемые из сталей и чугунов, различных марок.

**Предмет исследования.**  Метод повышения работоспособности инструмента из композита на операциях точения и растачивания исходя из особенностей контактного взаимодействия режущей части инструмента с обрабатываемыми поверхностями детали.

**Цель работы.** Повышение работоспособности инструмента из композита за счет раскрытия его технологических возможностей, с учетом особенностей прерывистого резания.

Для достижения цели настоящей работы необходимо решить следующие **задачи:**

1. Провести анализ состояния существующей научно-технической базы в области обеспечения работоспособности инструмента при токарной обработке прерывистых поверхностей деталей машин.

2. Определить область применения и диапазон исследуемых объектов.

3. Исследовать закономерность формирования шероховатости, основанную на учете влияния режимов резания, твердости обрабатываемого материала, марки композита и конструктивных особенностей обрабатываемой детали.

4. Выявить зависимость стойкости инструмента из композита от типа контакта и степени прерывистости обрабатываемой поверхности при точении и растачивании заготовок из сталей и чугунов.

5. Разработать метод повышения работоспособности инструмента из композита на операциях точения и растачивания, исходя из особенностей контактного взаимодействия режущей части инструмента с обрабатываемыми поверхностями детали.

6. Внедрить результаты диссертационного исследования и рекомендации по модернизации существующих и созданию новых технологических процессов токарной обработки.

**Методы исследования.** Базируются на фундаментальных положениях технологии машиностроения, теории резания, вероятностном моделировании, математической статистики, планировании эксперимента при исследовании и оптимизации технологических процессов.

**Автор защищает следующие положения, выносимые на защиту:**

1. Закономерность формирования шероховатости при точении, основанную на учете влияния расположения режущей части инструмента относительно обрабатываемых поверхностей детали различной конструктивной и технологической сложности.

2. Метод повышения работоспособности инструмента из композита

на операции точения, исходя из особенностей контактного взаимодействия режущей части инструмента с обрабатываемыми поверхностями детали.

3. Зависимость стойкости инструмента из композита от типа контакта и степени прерывистости обрабатываемой поверхности при точении и растачивании заготовок из сталей и чугунов.

4. Результаты экспериментальных исследований и промышленного применения.

**Научная новизна** работызаключается в:

1. Установлении закономерностей работоспособности инструмента из композита и обеспечения требуемого состояния поверхностного слоя деталей машин, с учетом особенностей прерывистого резания.

2. Разработке метода повышения работоспособности инструмента, благодаря которому устанавливается необходимая геометрия режущей части инструмента и его требуемое положение относительно обрабатываемой поверхности, обеспечивающее точностные и качественные показатели процесса токарной обработки.

3. Получении рациональных значений режимов резания обеспечивающих минимально возможные значения шероховатости обрабатываемых поверхностей, которые могут быть использованы на этапе проектирования технологии для выбора марки инструментального материала.

**Практическую значимость** диссертационной работы составляют:

1. Рекомендации по выбору инструментов из композитов и технологии чистовой и отделочной обработки конструктивно сложных поверхностей деталей из различных конструкционных материалов.

2. Метод повышения работоспособности инструмента из композита при токарной обработке, исходя из особенностей контактного взаимодействия режущей части инструмента с обрабатываемыми поверхностями детали.

Основные теоретические и практические результаты работы, представленные в виде методов, алгоритмов, рекомендаций внедрены в практическую деятельность НИЦ (г.Курск) ФГУП «18 ЦНИИ» МО РФ, ОАО «НИИЭЛЕКТРОАГРЕГАТ», г. Курск и используются в учебном процессе кафедры «Машиностроительные технологии и оборудование» Юго-Западного государственного университета при изучении дисциплин «Проектирование и эксплуатация металлорежущего инструмента», «Основы технологии машиностроения» студентами третьего, четвертого и пятого курсов специальностей 151001.65 и 151003.65.

**Область исследований.** Содержание диссертации соответствует п. 4 «Создание, включая проектирование, расчеты и оптимизацию, параметров инструмента и других компонентов оборудования, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы обработки» паспорта специальности 05.02.07 – Технология механической и физико-технической обработки.

**Личный вклад автора** заключается в постановке задач, проведении теоретических и экспериментальных исследований, в обработке и интерпретации результатов, формулировке выводов. Все выносимые на защиту научные результаты получены соискателем лично. В работах, опубликованных в соавторстве и приведенных в конце автореферата, автору принадлежат результаты, касающиеся процессов токарной обработки прерывистых поверхностей деталей инструментом из композита.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на научных семинарах кафедры машиностроительных технологий и оборудования ЮЗГУ(2010-2012 г.г.); на VII Международной научно-технической конференции, г. Курск, 2010г.; на Международной научной конференции «Актуальные вопросы современной техники и технологии», г. Липецк, 2010г.; на Всероссийской молодежной конференции «Актуальные проблемы машиностроения», г. Владимир 2010г.; на XVII международной научно-технической конференции «Машиностроение и техносфера XXI века», г. Донецк, 2010г.; на V Международной научно-технической конференции «Современные проблемы машиностроения», г. Томск, 2010г.; на IX Всероссийской научно-технической конференции «Проблемы повышения эффективности металлообработки», г. Новосибирск, 2011г.

Результаты диссертационной работы были представлены на выставках «Металлообработка – 2010», г. Москва; «Мир металла – 2010», г. Минск, республика Беларусь; «Металлообработка – 2011», г. Москва и отмечены дипломами организаторов выставок.

**Публикации.** По материалам проведенных диссертационных исследований опубликовано 18 печатных работ, в том числе 7 работ в рецензируемых научных журналах и изданиях.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 130 наименований и приложений. Основная часть работы изложена на 186 страницах машинописного текста, содержит 64 рисунка и 39 таблиц.

**ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во** **введении** к диссертации обоснована актуальность темы исследования, определены цели и задачи работы, сформулированы новые научные результаты и положения, выносимые на защиту, и практическая значимость работы.

**В первой главе** приведено обоснование возможности использования при токарной обработке деталей класса Тела вращения инструментов, оснащенных лезвийными искусственными сверхтвердыми материалами на основе кубического нитрида бора (композиты).

Показаны достоинства и недостатки инструментального оснащения процессов чистового точения и растачивания деталей из различных конструкционных материалов в условиях прерывистого резания.

Сформирована цель диссертационного исследования. Определен перечень задач, решаемых в ходе создания прогрессивных технологических процессов с применением инструментов из различных марок композитов, как способ решения проблемы эффективной обработки конструктивно и технологически сложных поверхностей деталей из различных конструкционных материалов.

**Во второй главе** определена область применения и диапазон исследуемых объектов.

В связи с тем, что детали машиностроительного назначения имеют широкое разнообразие конструктивно и технологически сложных поверхностей, систематизация и классификация как деталей, так и обрабатываемых поверхностей по способу образования и по способу обработки является шагом на пути оптимизации технологических процессов изготовления деталей машин. Исследования конструктивных особенностей деталей класса Тела вращения (табл. 2) позволили создать Технологический классификатор (табл. 1), содержащий базу данных о конструктивных особенностях поверхностей, а так же сведения о материале и массе детали, о требованиях предъявляемым к точности и качеству обработки отдельных поверхностей деталей и др., необходимую для разработки технологических процессов механической обработки. При экспериментальных исследованиях Технологический классификатор позволяет отказаться от дорогих реальных деталей, заменив их на имитационный комплекс заготовок.

Оборудование: универсальный токарно-винторезный станок модели УТ16П, вертикальный отделочно-расточной станок модели 2А78 и специальный горизонтально-расточной станок.

Станочный комплекс оборудован необходимой приборной базой, приспособлениями и инструментальным обеспечением, рис. 1 и рис. 2.

Для чистоты экспериментов, учитывая вероятность попадания дефектных режущих элементов, в четыре этапа проводился контроль за состоянием и качеством подготовки режущих кромок и отсутствием микротрещин (визуальный, с помощью приборов, контроль; уточнение конструкции инструмента; контрольные испытания; производственные испытания). Переточка резцов под рациональные геометрические параметры проводилась на универсально-заточном станке модели 3В641 кругами из синтетических алмазов с последующей доводкой.

Для нахождения рациональных условий протекания процессов токарной обработки, с использованием различных марок композитов, использован метод математического моделирования - метод крутого восхождения. Этот метод позволяет резко сократить число экспериментов, получить количественные оценки влияния отдельных факторов и их взаимодействий на изучаемый параметр и обеспечивает высокую точность результатов. Обработка экспериментальных данных, построение математических моделей графиков проводилась на вычислительном комплексе, оснащенном современной вычислительной аппаратурой.

Технологический классификатор деталей Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды технологической операции | | | Обрабатываемые поверхности | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| цилиндрическая | коническая | сферическая | Наличие на обрабатываемой поверхности конструктивных элементов | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Фасонные | Резервная |
| шлицы  (δ- площадь поверхности шлицев) | | | лыска  (δ- площадь поверхностишли  цев) | | Пазы | | | | | Отверстия на обрабатываемой поверхности детали | | | | | | | | | |
| Точение (растачивание) | | | гладкая | гладкая | гладкая | δ<20% | δ=(20…40)% | δ>40% | δ<20% | δ=(20…40)% | с центральным пазом различной ширины | с двумя и более симметричными пазами равной ширины | с двумя и более симметричными пазами разной ширины | с двумя и более асимметричными пазами равной ширины | с двумя и более асимметричными пазами разной ширины | Одно глухое отверстие | Одно сквозное | Два и более симметричных отверстия одного диаметра | Два и более симметричных отверстия разного диаметра | Два и более асимметричных отверстия одного диаметра | Два и более асимметричных отверстия разного диаметра | Два и более сквозных симметричных отверстия одного диаметра | Два и более сквозных симметричных отверстия разного диаметра | Два и более сквозных асимметричных отверстия одного диаметра | Два и более сквозных асимметричных отверстия разного диаметра | Фасонные | Резервная |
| Коды поверхностей деталей | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Детали | | | 10 | 20 | 3  0 | 41 | 42 | 43 | 51 | 5  2 | 61 | 6  2 | 6  3 | 6  4 | 6  5 | 70 | 71 | 7  2 | 7  3 | 7  4 | 7  5 | 7  6 | 7  7 | 7  8 | 7  9 | 8  0 | 9  0 |
| Оси | Коды деталей | А |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Валы | Б |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Пальцы | В |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Втулки | Г |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Шкивы | Д |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Гильзы | Е |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Шестерни | Ж |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Муфты | З |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Фланцы | И |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Клапаны | К |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 2

Кодирование конструктивных элементов обрабатываемой поверхности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Тип и вид обрабатываемой поверхности | Код поверхности | Эскиз обрабатываемой поверхности | № п/п | Тип и вид обрабатываемой поверхности | Код поверхности | Эскиз обрабатываемой поверхности | № п/п | Тип и вид обрабатываемой поверхности | Код поверхности | Эскиз обрабатываемой поверхности |
| 1 | Поверхность вращения гладкая, наружная или внутренняя: цилиндрическая  коническая  сферическая | 10  20  30 |  | 4.3 | С двумя и более симметричны ми пазами различной ширины (*Вi*) | 63 |  | 5.2 | С асимметрич ным отверстием различного диаметра (*di*) | 70А |  |
| 2 | Поверхность вращения шлицевая; прерывистость δ:  δ<20%  δ=(20…40)%  δ>40% | 41  42  43 |  | 4.4 | С двумя и более асимметричными пазами равной ширины (*В*) | 64 |  | 5.3 | С двумя и более симметричными отверстиями равного диаметра (*d*) | 72 |  |

окончание таблицы 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | Поверхность вращения с лыской; прерывистость δ:  δ<20%  δ<20% | 51  52 |  | 4.5 | С двумя и более асимметричными пазами различной ширины (*Вi*) |  |  | 5.4 | С двумя и более симметричны ми отверстиями различного диаметра (*di*) | 73 |  |
| 4 | Наличие паза на гладкой поверхности:  различное количество размер и положение паза на обрабатываемой поверхности | 61  62  63  64  65 |  | 5 | Наличие отверстия на гладкой поверхности:  Различное количество, размер и положение глухого отверстия на обрабатываемой поверхности | 70  71  72  73  74 |  | 5.5 | С двумя и более асимметричными отверстиями равного диаметра (*d*) | 74 |  |
| Различное количество, размер и положение сквозного отверстия на обрабатываемой поверхности | 75  76  77  78  79 |  |
| 4.1 | С центральным пазом различной ширины (*Вi*) | 61 |  | 5.1 | С центральным отверстием (*С*) различного диаметра (*di*) | 70 С |  | 5.6 | С двумя и более асимметрич ными отверстиями различного диаметра (*di*) | 75 |  |
| 4.2 | C двумя и более симметричными пазами равной ширины (*В*) | 62 |  | 6 | Фасонная |  |  |
| Сочетание элементов № 2-5 | 80 |

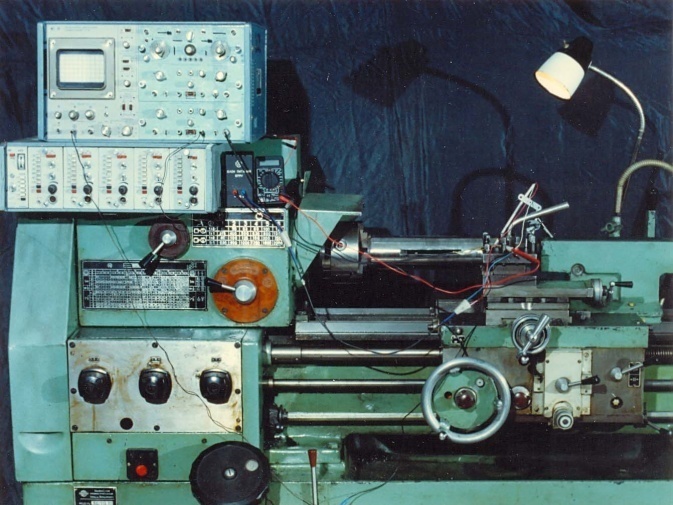
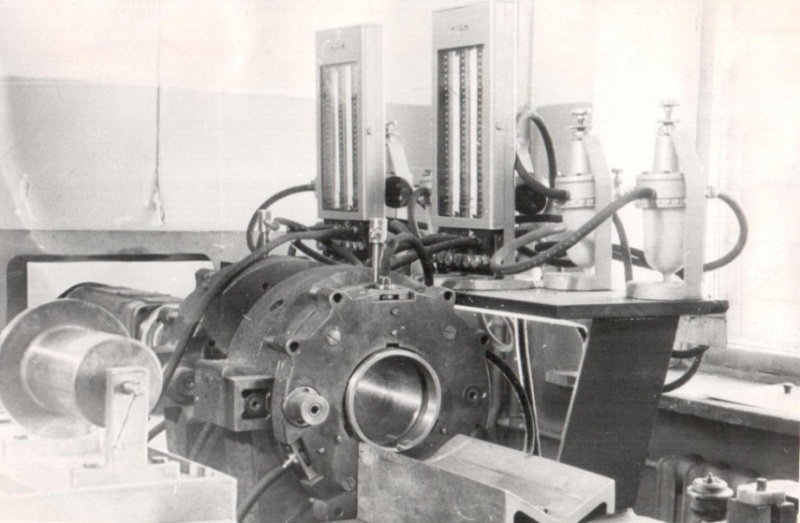


Рис.1. Экспериментальный комплекс Рис.2. Специальный горизонтально-

на базе станка УТ16П расточной станок

**В третьей главе** проведено теоретическое обоснование и экспериментальное подтверждение результатов исследования работоспособности инструмента из композита при токарной обработке

конструктивно сложных поверхностей деталей. Технологическим операциям точения и растачивания прерывистых поверхностей деталей характерно чередование рабочих ходов (снятие стружки) и холостых пробегов (пауз в работе инструмента между рабочими ходами). Эти операции состоят из последовательно совершающихся этапов, количество, частота и продолжительность выполнения которых зависят от конструкции элементов детали, создающих прерывистость резания.

На первом этапе происходит врезание режущего клина инструмента в заготовку (участок заготовки 1- 1'). Второй этап (участок, ограниченный точками 1- 1' и 2-2') характеризуется установившемся резанием. На третьем этапе вершина инструмента (точка А) выходит из контакта с заготовкой (участок 2-2') и совершает холостой пробег на четвертом участке, рис. 3. и так, до нового врезания вершины инструмента в заготовку.

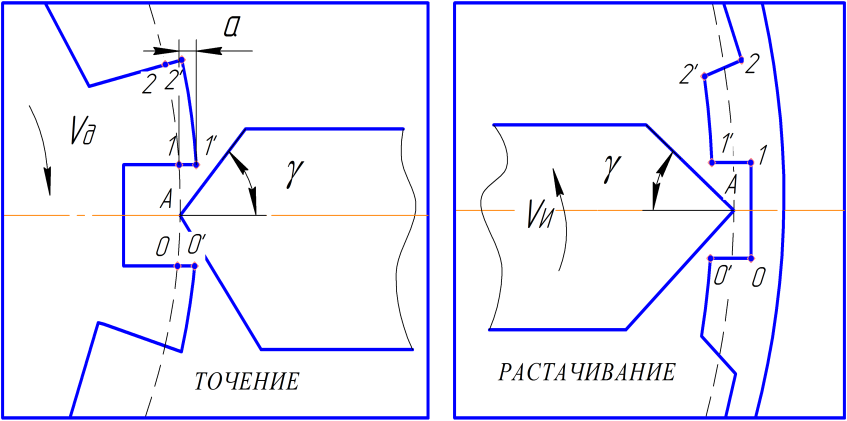
 Вопрос повышения работоспособности инстру-мента в условиях пре-рывистого резания за счет его особого расположения относительно обрабатываемой поверхности заготовки на примере торцевого фрезе-рования был впервые рас-

Рис. 3. Этапы: 1- 1' -врезание; 1- 1' – 2- 2' – смотрен в отечественной тех-

установившееся резание; 2- 2' - выход; нической литературе профес-

2- 2' – 1- 1' - холостой пробег сором Н. И. Резниковым в

1947г. В дальнейшем, вопросы теории и практики оптимального контакта нашли свое развитие в трудах Г. С. Андреева, Н. Н. Зорева, Б. А. Кравченко, Е. А. Кудряшова, В. Н. Подураева и др.

Автором разработан метод повышения работоспособности инструмента, раскрывающий дополнительные особенности процесса токарной обработки заготовок с прерывистой поверхностью инструментом из композита, заключающийся в следующем.

При точении заготовки первоначальный контакт резца с обрабатываемой поверхностью может произойти в одном из девяти положений: 1) точечный контакт в положениях S, T, U и V; 2) линейный контакт режущими кромками в положениях ST, TU, UV и VS; 3) плоскостной контакт STUV, рис. 4. Очевидно, что последнее положение, при котором передняя поверхность инструмента встречается с заготовкой, является рациональным с точки зрения стойкости резца. Рациональное расположение (контакт режущей части инструмента с обрабатываемой поверхностью заготовки) инструмента и заготовки обеспечивает угол β, рис. 5 и рис. 6.

) . (1)

Из прямоугольного треугольника SOB получим:

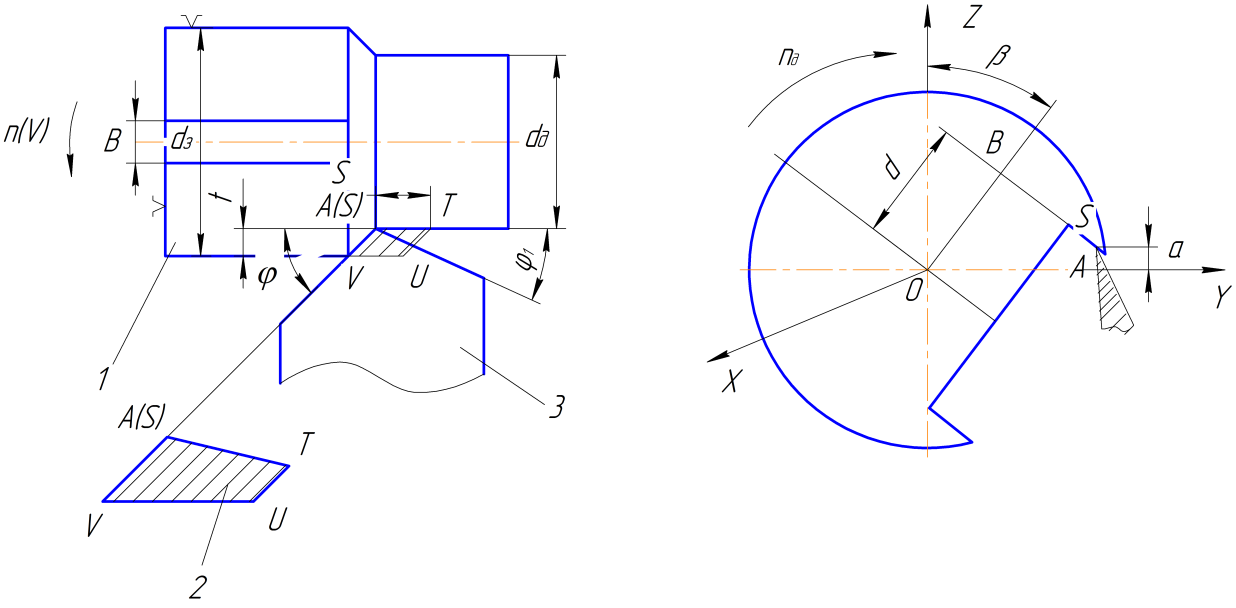
.

Поскольку *OS= R-t; SR = a;* , из прямоугольного треугольника *SOR* следует:

, (2)

где R – радиус заготовки; t – глубина резания; *a –* смещение вершины инструмента. Так как ), то по формуле тангенса разности углов найдем, что:

откуда:

** Рис. 4. Схема контакта Рис. 5. Определение угла контакта

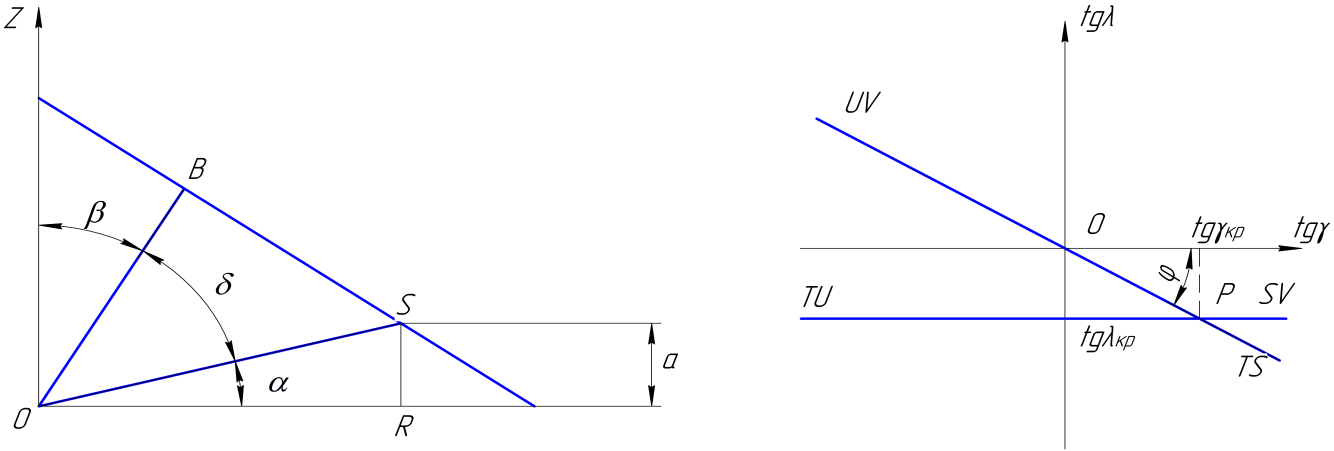
**

Рис. 6. Схема определения Рис. 7. Схема расположения

угла поворота критических углов

Полученные результаты можно наглядно представить на плоскости, если на одной из осей координат отложить значение tgλ, а на другой – значение tgγ, рис.7. Для полного прилегания передней поверхности резца с

боковой поверхностью паза необходимо и достаточно, чтобы продольный угол равнялся критическому значению ,а поперечный угол . Для получения критических углов γ и α воспользуемся известными формулами, описывающими связь между углами резца.

(5)

где λ – угол наклона главной режущей кромки; γ – передний угол; φ – главный угол резца в плане ;

В этой системе координат все критические сочетания параметров геометрии контакта резца и заготовки расположены по прямым линиям выходящих из одной точки *Р*, соответствующей критическим значениям углов γкр и λкр.

Полученные линии делят всю плоскость tgλ-tgγ на четыре области с общей вершиной в точке Р. Каждая из линий соответствует определенному касанию заготовки с передней поверхностью резца в одной из точек S,T,V,U, или линий контакта UV, UT, VS, ST.

Метод позволяет определить рациональную геометрию резания для обеспечения оптимального контакта режущей части применительно к операциям точения и растачивания, табл. 3.

Таблица 3

Экспериментальные данные стойкости инструмента из композита при обработке прерывистых поверхностей деталей

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Прерывистость  Кпр, % | HRC | γ, градус | λ, градус | Контакт | Стойкость, мин |
| 20  40  20 | 20  20  50 | -5  -7  -10 | 3  5  6 | U | 54,5  50,8  50,3 |
| 20  40  20 | 20  20  50 | -3  -5  -5 | -6  -6  -10 | T | 38,9  34,7  32,4 |
| 20  40  20 | 20  20  50 | 5  8  10 | 5  5  3 | V | 30,3  26,2  24,9 |
| 20  40  20 | 20  20  50 | 15  13  10 | -6  -6  -5 | S | 11,6  9,2  8,4 |

Технолог, имея чертеж детали, зная конструктивные особенности обрабатываемых поверхностей (табл. 1, табл. 2), располагая данными о рациональной геометрии режущей части инструмента (табл. 3), по формуле 6 может рассчитать работоспособность инструмента:

, (6)

где d и *l* - диаметр и длина обрабатываемой поверхности, мм; s - подача, мм/об; - коэффициент трещиностойкости композиционных материалов (композит 01 - 3,91; композит 05 - 4,58; композит 10 - 5,83); – относительное время пребывания режущей части инструмента на участках врезания, выхода и холостого пробега инструмента; Кк - коэффициент, характеризующий характер контакта режущей части инструмента с обрабатываемой поверхностью заготовки, рис. 8. Методами

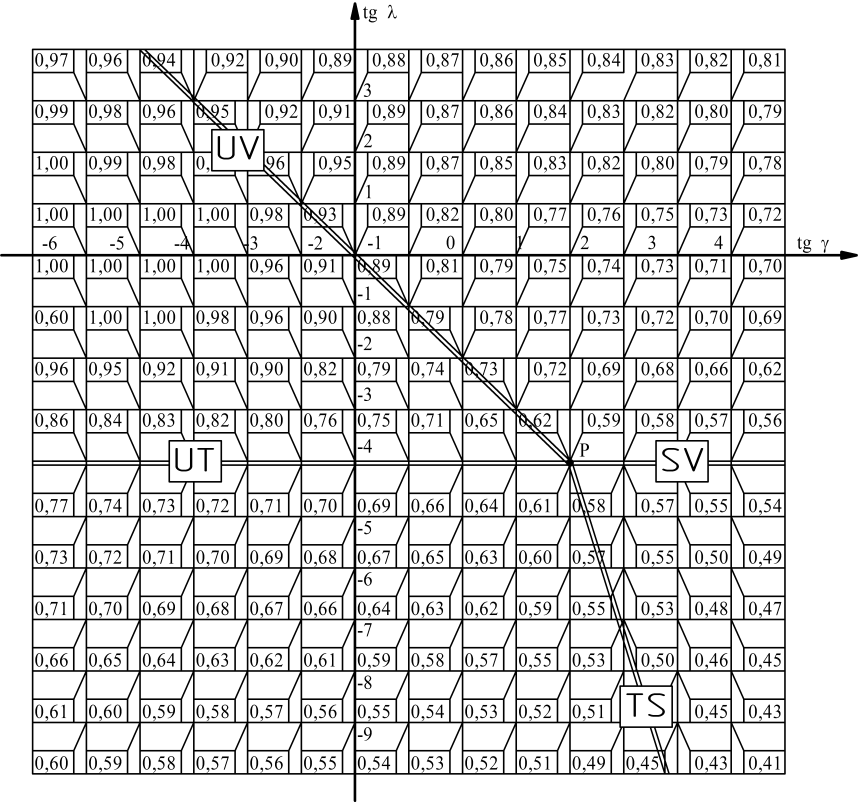
математического моде-лирования и статистики выявлялось влияние переменных воздействий на шероховатость обра-ботанной поверхности Ra, принятую за относительный пока-затель работоспособ-ности инструмента из композита в условиях прерывистого резания. Математическая обра- ботка эксперименталь-ных данных представле-на на рис. 9 – 10.

Рис. 8. Номограмма определения значений

КК – коэффициента оценивающего работо-

способность инструмента по типу контакта

Получены математические модели, описывающие зависимости:

а) шероховатости обработанной поверхности от подачи; скорости резания, радиуса при вершине резца, глубины резания при растачивании деталей из серого чугуна в условиях прерывистой обработки резцами из: композита 01: ; (7)

композита 03: ; (8)

композита 10: ; (9)

б) шероховатости обработанной поверхности от подачи, скорости резания, радиуса при вершине резца, числа пазов, ширины пазов, твердости обрабатываемого материала при точении стальных деталей

резцами из:

композита 01 ; (10)

композита 03: ; (11)



композита 10: . (12)

Анализ эмпирических и графических зависимостей, описывающих влияние технологических факторов на работоспособность инструментов из различных марок композитов, свидетельствует о том, что определяющим фактором работоспособности инструмента является характер и условия его контакта (расположение режущей части) с обрабатываемой поверхностью заготовки и ее конструктивным оформлением (наличие конструктивных элементов, создающих прерывистость резания).

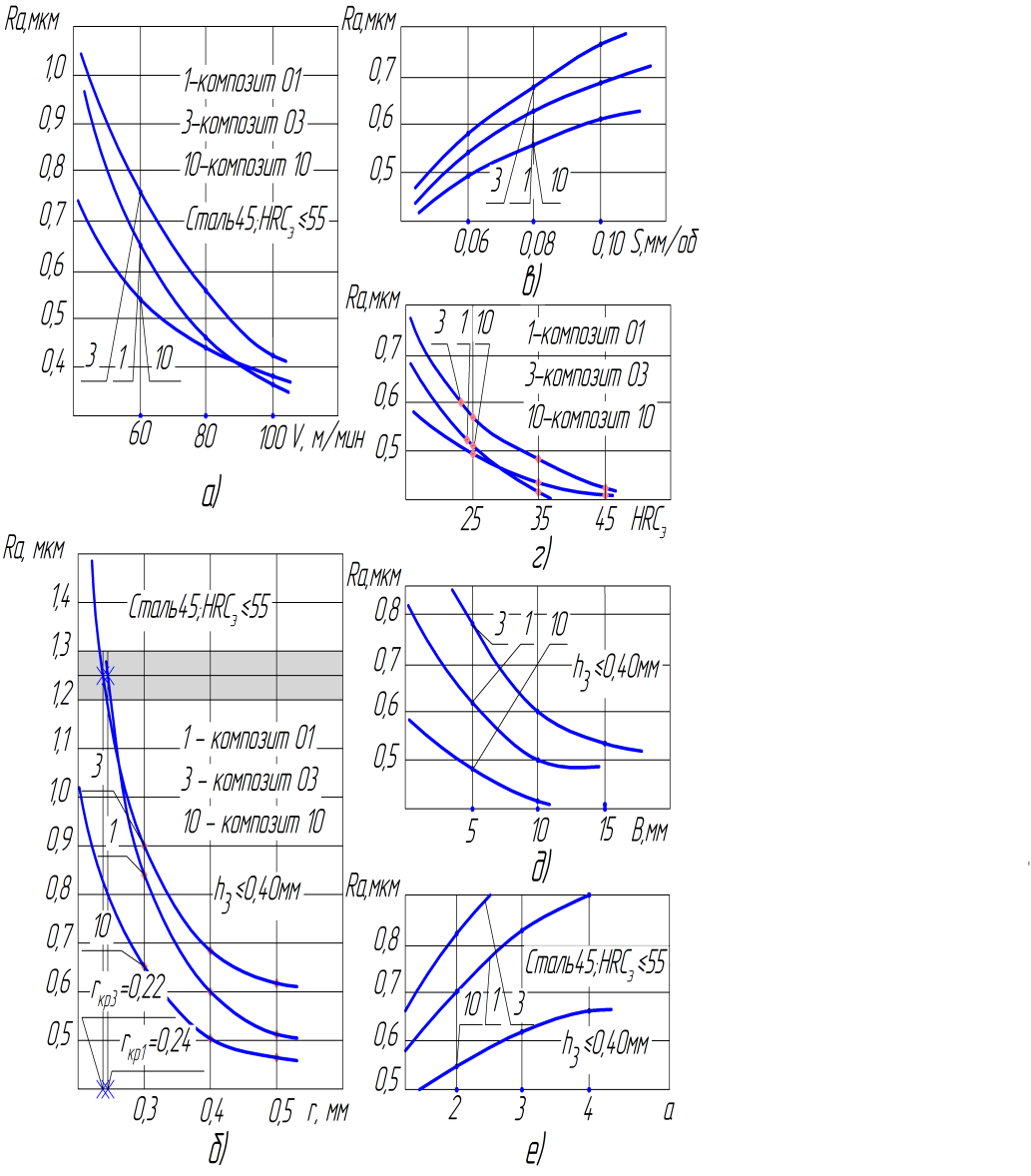
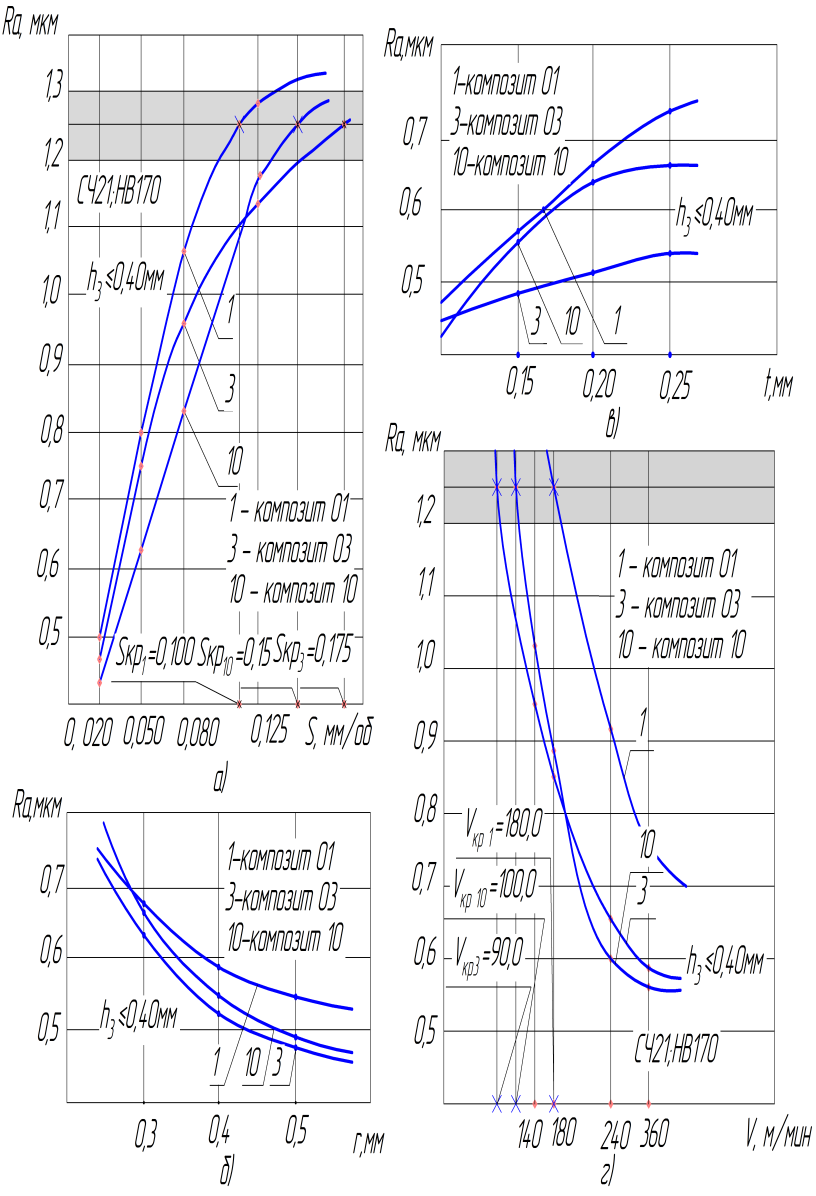


Рис. 9. Зависимость шероховатости Рис.10. Зависимость шероховатости

обработанной поверхности Ø 150Н7 обработанной поверхности Ø 50h7

в условиях прерывистого резания от: в условиях прерывистого резания

а) подачи; от: a) скорости резания;

б) радиуса при вершине резца; б) радиуса при вершине резца;

в) глубины резания; в) подачи; г) твердости;

г) скорости резания д) ширины паза; е) числа шлицев

**В четвертой главе** в соответствии с задачами диссертации представлены результаты практического внедрения технологий лезвийной обработки инструментом из композита.

Примером успешной технологии может являться финишная обработка поверхностей вращения детали Ротор породопогрузочной машины, рис 11.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Изготавливаемая деталь | | Ротор | | C:\Users\USER\Desktop\Для Димона\4.17.bmp | | | | | | | | |
| Материал обрабатываемой заготовки | | Сталь 45,  HRCэ 25-30 | |
| Оборудование | | Станок токарно-винторезный 16К20 | |
| № | Содержание перехода (операции) | Вид режущего инструмента | | Режимы резания | | | | | | СОЖ | tшт,об., мин | T, шт заг |
| n, об/мин | V, м/мин | S, мм/об | t, мм | i | L, мм |
| 1 | Точение Ø120h7, L=90мм | Резец, оснащенный вставкой из композита 10 | | 1000 | 6,2 | 0,05 | 0,10 | 1 | 90 |  | 8,2 | 30-40 |
| 2 | Точение Ø60h7, L=90мм | Резец, оснащенный вставкой из композита 10 | | 3,1 | 90 |
| 3 | Точение Ø50h8, L=70мм | Резец, оснащенный вставкой из композита 10 | | 2,6 | 70 |
| Элементы старой технологии | | | Технико-экономическая эффективность внедрения | | | | | | | | | |
| Оборудование: станок круглошлифовальный 3140.  tосн.общ. = 24,9 мин; Т=8-10 шт.заг. | | | Увеличилась производительность обработки до 4-х раз.  Шлифование заменено точением.  Годовой экономический эффект 76,86 тыс. руб (з-д «НИИЭЛЕКТРОАГРЕГАТ») | | | | | | | | | |

Рис. 11. Информационно-технологическая карта механической обработки для детали Ротор

При внедрении нового технологического процесса

круглошлифовальный станок заменен универсальным токарно-винторезным станком повышенной точности с возможностью проводить обработку не грубее 7-го квалитета точности, рис. 11.

**ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ**

1. Доказано, что применение инструмента из композита при точении (растачивании) на токарных, расточных и специальных станках, при чистовой обработке поверхностей деталей различной конструктивной и технологической сложности, при условии соблюдения рационального контакта режущей части резца с обрабатываемой поверхностью заготовки, позволяет заменить операцию шлифования.

2. Создан технологический классификатор прерывистых поверхностей деталей, подлежащих токарной обработке, который позволяет распределить детали по видам обрабатываемых поверхностей с целью разработки типовых технологических процессов.

3. Установлено, что на операциях токарной обработки в области рационального контакта режущей части резца с обрабатываемой прерывистой поверхностью заготовки, инструмент из композита позволяет обеспечить точность 7-го квалитета при шероховатости поверхности Ra не грубее 1,25 мкм.

4. Экспериментально установлена зависимость шероховатости обрабатываемой поверхности от технологических параметров процесса токарной обработки инструментом из композита: 1) режимов резания; 2) геометрии и расположения режущей части инструмента; 3) конструктивных особенностей обрабатываемых поверхностей (количество, расположение и размер элементов поверхности, создающие прерывистость резания); 4) твердости материала заготовки.

5. Установлены рациональные значения режимов резания, обеспечивающие заданные показатели точности и шероховатости прерывистых и гладких поверхностей заготовок из Стали 45 (HRCЭ≤55) и серого чугуна СЧ 21 (HB 170), обработанных чистовым точением и растачиванием инструментом из композитов марок 01, 03, 10.

6. Разработан метод повышения работоспособности инструмента из композита, основанный на выборе рациональных геометрических параметров резца, исходя из особенностей контактного взаимодействия режущей части инструмента с обрабатываемыми прерывистыми поверхностями детали.

7. Полученные методы нашли применение при изготовлении детали Ротор, материал Сталь 45 (HRCэ 25-30), на предприятии ОАО НИИЭЛЕКТРОАГРЕГАТ, г. Курск, позволили заменить операцию шлифования лезвийной токарной обработкой инструментом из композита 10 и получить экономический эффект более 76 тыс. руб. в год.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ ИЗЛОЖЕНО

В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

**Научные работы, опубликованные в рецензируемых научных**

**журналах и изданиях**

1. Кудряшов, Е.А. Технологический классификатор деталей и поверхностей, подлежащих обработке резанием / Е.А. Кудряшов, А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2009. №4(45). С. 3-9.

2. Кудряшов, Е.А. Способы достижения надежности работы гидроцилиндров высокого давления буровых установок / Е.А. Кудряшов, Е.И. Яцун, Е.В. Павлов, А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010 Том 12(33) №1(2). С. 401-403.

3. Алтухов, А.Ю. Особенности процесса лезвийной обработки конструктивно сложных деталей / А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин, Е.Н. Фомичев // Современные технологии (системный анализ, моделирование). 2010. №2(26). С. 121-124.

4. Кудряшов, Е.А. Применение композиционных инструментальных материалов при ремонте деталей машин / Е.А. Кудряшов, Е.В. Павлов, Е.И. Яцун, А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин // Упрочняющие технологии и покрытия. 2010. №9(69). С. 30-31.

5. Кудряшов, Е.А. Обеспечение точности отверстий при ремонте деталей машин / Е.А. Кудряшов, Е.В. Павлов, Е.И. Яцун, А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2010. №10. С. 37-38.

6. Кудряшов, Е.А. Количественная оценка процессов в обработанном композитом поверхностном слое деталей машин / Е.А. Кудряшов, А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин, Е.Н. Фомичев // Известия Волгоградского государственного технического университета. Прогрессивные технологии в машиностроении. 2010. Выпуск 6. №12(72). С. 10-15.

7. Кудряшов, Е.А. Технологические преимущества инструментального материала композит при обработке конструктивно сложных деталей / Е.А. Кудряшов, А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин, Е.Н. Фомичев // Известия Волгоградского государственного технического университета. Прогрессивные технологии в машиностроении. 2010. Выпуск 6. №12(72). С. 15-20.

**Научные работы в других изданиях**

8. Кудряшов, Е.А. О методах оптимизации технологических процессов лезвийной обработки / Е.А. Кудряшов, А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. Курск. 2010. С. 335-339.

9. Кудряшов, Е.А. Зависимость износа инструмента от изменения геометрии

режущей части / Е.А. Кудряшов, А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин // Актуальные вопросы современной техники и технологии: материалы Междунар. науч.

заочной конф. Липецк. 2010. С. 134-137.

10. Алтухов, А.Ю. Применение лезвийных сверхтвердых материалов для достижения высокой размерной точности обработки / А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин, Е.Н. Фомичев // Актуальные проблемы машиностроения: материалы всероссийской молодежной интернет конф. Владимир. 2010. С. 16-18.

11. Кудряшов, Е.А. Повышение эффективности работы инструмента из сверхтвердых материалов в осложненных технологических условиях / Е.А. Кудряшов, Е.И. Яцун, Е.В. Павлов, А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин // Машиностроение и техносфера XXI века: сборник трудов XVII Междунар. науч.-техн. конф. Донецк. 2010. С. 51-55.

12. Кудряшов, Е.А. Технология восстановления работоспособности деталей повышенной конструктивной сложности инструментом из композита / Е.А. Кудряшов, Е.И. Яцун, Е.В. Павлов, А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин // Новые материалы и технологии в машиностроении: сборник науч. трудов. Выпуск 12. Брянск. 2010. С. 69-71.

13.Алтухов, А.Ю. Влияние режимов резания на стойкость инмтрументов из композита / А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин // Молодежь и XXI век: материалы II Междунар. науч. конф. Курск. 2010. С. 92-96.

14. Алтухов, А.Ю. Влияние режимов резания на стойкость инструментов из композита / А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин // Молодежь и XXI век: материалы II Междунар. науч. конф. Курск. 2010. С. 96-99.

15. Лунин, Д.Ю. Зависимость стойкости инструментов из композитов от изменения режимов резания / Д.Ю. Лунин, А.Ю. Алтухов, Е.А. Кудряшов // Современные проблемы машиностроения: труды V Междунар. науч.-техн. конф. Томск. 2010. С. 584-586.

16. Кудряшов, Е.А. Обеспечение качества и точности изделий с покрытиями / Е.А. Кудряшов, Е.В. Павлов, Е.И. Яцун, А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе: материалы 9-ой всероссийской науч.-практ. конф. Новосибирск. 2010. С. 14-16.

17. Кудряшов, Е.А. Повышение эффективности технологий обработки наплавленных гетерофазных материалов / Е.А. Кудряшов, Е.В. Павлов, А.Ю. Алтухов, Д.Ю. Лунин // Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов: труды VIII Междунар. конф. Алматы-Курск. 2011. С. 455-460.

18. Алтухов, А.Ю. Влияние теплового фактора на точность обработки деталей машин инструментом из композита / А.Ю. Алтухов // Новые материалы и технологии в машиностроении: сборник науч. трудов. Выпуск 14. Брянск. 2011. С. 6-8.

Подписано в печать 16.04.2012. Формат 60х84 1/16.

Печ. л. 1,0. Тираж 120 экз. Заказ .

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул.50 лет Октября, 94.