

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Сборник трудов
IX Международной научно-практической конференции

24–26 мая 2018 г.

Томск 2018

УДК 62.002:658(063)

ББК 34.4:65л0

И66

И66 **Иновационные технологии в машиностроении** : сборник трудов IX Международной научно-практической конференции / Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 295 с.

ISBN 978-5-4387-0814-8

Сборник содержит материалы IX Международной научно-практической конференции по современным проблемам инновационных технологий в сварочном производстве, машиностроении, металлургии, автоматизации производства и экономике.

Предназначен для преподавателей, научных сотрудников, аспирантов и студентов технических специальностей.

УДК 62.002:658(063)

ББК 34.4:65л0

Ответственный редактор

Д.А. Чинахов

Редакционная коллегия

Д.П. Ильященко

А.А. Моховиков

А.А. Захарова

М.Ю. Блащук

М.А. Кузнецов

К.В. Зайцев

Т.Ю. Чернышева

А.А. Дронов

Э.Ф. Кусова

ISBN 978-5-4387-0814-8

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ Юргинский
технологический институт (филиал), 2018

СОДЕРЖАНИЕ

**СЕКЦИЯ 1: ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И
КОНТРОЛЯ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В
МАШИНОСТРОЕНИИ**

**ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СТРУКТУРУ МЕТАЛЛА ШВА ПРИ
ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКЕ СТАЛИ 12Х18Н9Т**

Размышляев А.Д., Агеева М.В. 8

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ ЖИДКОГО СТЕКЛА НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ПОРОШКОВ-МОДИФИКАТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СВАРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ**

Макаров С.В., Чинахов Д.А. 11

**ПУТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ТОЧНОСТИ
ПОЛУЧАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ В СРЕДЕ
ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ**

Кузнецов М.А., Крампит М.А., Крампит А.Г. 14

**АНАЛИЗ ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО
РАСПОЗНАВАНИЮ ОБРАЗОВ ДЕФЕКТОВ СВАРКИ**

Назаренко С.Ю. 16

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ИМПУЛЬСНО-
ДУГОВОЙ СВАРКИ В НИЗКОЧАСТОТНОМ ДИАПАЗОНЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА**

Солодский С.А., Стаценко С.В. 19

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОН УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ ШНЕКОВ

Епифанцев К.В., Кульбик В.В., Епринцев В.А. 23

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Гусаров Д.Е. 26

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТАВРОВОГО
СОЕДИНЕНИЯ**

Десятов В.В., Филонов А.В., Крюков А.В., Зеленковский А.А. 28

**КОНТРОЛЬ МЕТАЛЛА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ И ПОВРЕЖДЕННЫХ ГНУТЫХ
УЧАСТКОВ И СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПАРОВОДОВ**

Абабков Н.В., Смирнов А.Н., Левашова Е.Е. 32

**ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Павлов Н.В., Безменов Ю.А., Запысов Р.С. 36

**РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ НАПЛАВКИ ДВУМЯ ЛЕНТОЧНЫМИ
ЭЛЕКТРОДАМИ С УПРАВЛЯЕМЫМ МЕХАНИЧЕСКИМ ПЕРЕНОСОМ**

Иванов В.П., Лаврова Е.В. 39

**ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ
НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «РСП-М»**

Новиков А.С. 42

**ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Соатов Д.М., Куренбин Т.А., Гончаренко И.М. 43

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

Зубков М.С. 46

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ

Чаткин В.Е. 49

СПОСОБЫ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ НАНОПОРОШКАМИ

Ишанов А.З. 52

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ СВАРОЧНОЙ
ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

Зернин Е.А., Гусаров Д.Е. 53

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| СТРУКТУРА МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО КОМБИНИРОВАННЫМИ ПОКРЫТЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ | |
| <i>Буракова Е.М., Данилов В.И., Зернин Е.А., Шляхова Г.В., Зеленковский А.А.</i> | 55 |
| ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СВАРКИ В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ | |
| <i>Гусаров Д.Е.</i> , | 58 |
| НАНОМАТЕРИАЛЫ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ | |
| <i>Десятов В.В.</i> | 61 |
| ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА В ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ ТЕРМОМАГНИТНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА | |
| <i>Николаева А.А., Тимофеева П.Э.</i> | 63 |
| | |
| <u>СЕКЦИЯ 2: ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ</u> | |
| ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ МЕХАНОАКТИВАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ В СИСТЕМЕ Ti-AL | |
| <i>Собачкин А. В., Логинова М. В., Мясников А. Ю.</i> | 65 |
| ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОЦЕСС КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ АЗИДА СЕРЕБРА | |
| <i>Кузьмина Л.В., Газенаур Е.Г., Бледная С.В.</i> | 70 |
| ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА ПАРАМЕТРЫ УПРОЧНЕНИЯ СТАЛИ ПРИ АЗОТИРОВАНИИ В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ | |
| <i>Махмудалиев А.Р., Каримов А.К., Гончаренко И.М.</i> | 74 |
| ВЫБОР МАТЕРИАЛА ФИЛЬТРА НА ОСНОВЕ СВС-МЕХАНОКОМПОЗИТОВ ДЛЯ РАФИНИРОВАНИЯ КРЕМНИЯ | |
| <i>Собачкин А.В., Мясников А. Ю.</i> | 77 |
| ДИНАМИКА ФРИКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ТРЕНИИ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА 12X18N10T С УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРОЙ | |
| <i>Филитов А.В., Шамарин Н.Н., Подгорных О.А.</i> | 80 |
| ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ГАЗОДЕТОНАЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, НАПЫЛЕННЫХ СВС-МЕХАНОКОМПОЗИТАМИ | |
| <i>Собачкин А.В., Яковлев В.И., Бащук А.М.</i> | 83 |
| ДИНАМИКА ФРИКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ТРЕНИИ СПЛАВА АМГ2 С УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРОЙ | |
| <i>Филитов А.В., Шамарин Н.Н., Подгорных О.А.</i> | 88 |
| ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ, СОДЕРЖАЩЕЙ КЕРАМИЧЕСКУЮ ФАЗУ | |
| <i>Калиниченко А.С., Мешкова В.В., Фельдштейн Е.Э.</i> | 92 |
| ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРРОСИЛИЦИЯ | |
| <i>Теслев С.А., Теслева Е.П., Халтурина Д.В.</i> | 94 |
| МИКРОТВЕРДОСТЬ ВАЛИКОВ ИЗ БРОНЗЫ ПГ-19М-01, НАНЕСЕННЫХ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ МУЛТИМОДАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ | |
| <i>Девойно О.Г., Луцко Н.И., Лапковский А.С.</i> | 96 |
| МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ РАСПЛАВЛЕННОГО СЛОЯ ПРИ СЕЛЕКТИВНОМ ЛАЗЕРНОМ ПЛАВЛЕНИИ | |
| <i>Сапрыкина Н.А., Сапрыкин А.А.</i> | 101 |
| ОБРАБОТКА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ФРЕЗАМИ С ВОЛНООБРАЗНЫМИ ЛЕЗВИЯМИ | |
| <i>Коровин Г.И., Петрушин С.И., Губайдулина Р.Х.</i> | 104 |
| ОСОБЕННОСТИ АДГЕЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ | |
| <i>Ардашева И.С., Куминов П.О., Гончаренко И.М.</i> | 108 |

| | |
|--|-----|
| ОЦЕНКА 2D ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ И ВОЛНИСТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ СПЛАВА АМГ2 С УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРОЙ | |
| <i>Филиппов А.В., Шамарин Н.Н., Подгорных О.А.</i> | 111 |
| ПОЛУЧЕНИЕ ТУГОПЛАВКИХ НИТРИДОВ НИОБИЯ И ТАНТАЛА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ | |
| <i>Чудинова А.О., Ильин А.П.</i> | 116 |
| ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА В ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТОМОГРАФИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТРИЧНЫХ ФАЗИРОВАННЫХ РЕШЕТОК В ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕТАЛЕЙ И МАШИН | |
| <i>Долматов Д.О., Седнев Д.А.</i> | 118 |
| ПРИМЕНЕНИЕ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИМПЛАНТАТОВ ИЗ ТИТАНА | |
| <i>Бабак Е.В., Сапрыкин А.А., Ибрагимов Е.А.</i> | 120 |
| ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЕТАЛИ В ПРОЦЕССЕ ИПА | |
| <i>Хусаинов Ю.Г., Латицкий Д.Р., Есипов Р.С.</i> | 122 |
| СВС-МЕХАНОКОМПОЗИТЫ ДЛЯ ГАЗОДЕТОНАЦИОННОГО НАПЫЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ ДВС | |
| <i>Собачкин А. В., Логинова М. В., Мигина А. С.</i> | 129 |
| СВЯЗЬ СВОЙСТВ ОКСИДНЫХ СТРУКТУР, ФОРМИРУЕМЫХ НА КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ С ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТЬЮ | |
| <i>Нестеренко В.П., Ласуков А.А., Ретюнский О.Ю.</i> | 132 |
| СВЯЗУЮЩИЕ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ | |
| <i>Халтурина Д.В., Бушуев Д.Е., Родзевич А.П.</i> | 139 |
| СОЗДАНИЕ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ | |
| <i>Креницын М.Г., Черепанов Р.О., Юркина В.А.</i> | 142 |
| СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ПРИ ГЛУБИННОМ ШЛИФОВАНИИ ВЫСОКОПОРИСТЫМ КРУГОМ ИЗ КАРБИДА КРЕМНИЯ | |
| <i>Кременецкий Л.Л., Носенко В.А.</i> | 148 |
| УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИНСТРУМЕНТОВ | |
| <i>Муканов Р.Б., Мендебаев Т.М., Касенов А.Ж.</i> | 151 |
| ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО ПЛАВЛЕНИЯ И ОЦЕНКА КПД ЭЛЕКТРОННОГО ЛУЧА. | |
| <i>Креницын М.Г., Черепанов Р.О.</i> | 154 |
| ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ФРИКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ТРЕНИИ ЛАТУНИ Л63 С УЛЬТРАМЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРОЙ | |
| <i>Филиппов А.В., Шамарин Н.Н., Подгорных О.А.</i> | 158 |
| ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ РАЗЛИВКИ ФЕРРОСПЛАВОВ | |
| <i>Несибек Е.Н.,</i> | 163 |
| ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ | |
| <i>Рахымтай Н.Н., Кайролла Е.А., Гончаренко И.М.</i> | 166 |
| ДВУХСТУПЕНЧАТАЯ ПРОГРЕССИВНАЯ ПРОТЯЖКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ | |
| <i>Итыбаева Г.Т., Мусина Ж.К., Таскарина А.Ж.</i> | 169 |

СЕКЦИЯ 3: АВТОМАТИЗАЦИЯ, ИНФОРМАТИЗАЦИЯ И МЕНЕДЖМЕНТ НА ПРЕДПРИЯТИИ

| | |
|---|-----|
| О ПАРАМЕТРАХ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ С ПОМОЩЬЮ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ | |
| <i>Катаев М.Ю., Лосева Н.В., Жидкова К.И.</i> | 171 |
| ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЫБОРА СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПАССАЖИРСКОГО АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ | |
| <i>Колегова О.А.</i> | 173 |

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИНСТРУМЕНТОВ

Р.Б. Муканов¹, Т.М. Мендебаетов¹, д.т.н., проф., А.Ж. Касенов², к.т.н.

*¹Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет имени К.И. Сатпаева
050013, г. Алматы ул. Сатпаева 22а, E-mail: ruslangr82@mail.ru*

*²Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова
140008, г. Павлодар ул. Ломова 64, тел. (7182)-67-36-30*

Актуальной проблемой является обработка поверхностей деталей машин, к которым предъявляются высокие требования по точности размера, формы и расположения. Для решения этой проблемы разработаны новые конструкции металлорежущих инструментов, обеспечивающие высокую эффективность и стабильность обработки, улучшение центрирования, снижение шероховатости обрабатываемых деталей, что способствует повышению точности и качества обработки.

The actual problem is the surface treatment of machine parts, to which high demands are placed on the accuracy of size, shape and location. To solve this problem, new designs of metal cutting tools have been developed, which ensure high efficiency and stability of machining, improve centering, reduce roughness of the machined parts, which increases the accuracy and quality of machining.

Машиностроение является одной из отраслей экономики любого индустриально развитого государства, и воспринимается, как показатель технологического уровня национальной промышленности.

Устойчивое развитие и надежное функционирование машиностроения во многом определяют энергоёмкость и материалоемкость экономики, производительность труда, уровень экологической безопасности промышленного производства и, в конечном итоге, экономическую безопасность.

Процесс обработки резанием занимает значительное место в технологических процессах, связанных с получением деталей необходимой формы, составляя около 30-40 % от общей трудоёмкости машин. При изготовлении деталей самых разнообразных форм и размеров встречаются точные отверстия, которые необходимо получить обработкой резанием.

Одним из основных направлений машиностроения является металлообработка. Обеспечение высокого качества обработки невозможно без применения прогрессивного высокопроизводительного оборудования. Как элемент технологической системы, режущий инструмент играет ведущую роль в достижении заданных экономических и технологических показателей процесса металлообработки. Без качественного инструмента обеспечить функционирование технологического процесса практически невозможно.

Качественный режущий инструмент предполагает экономичность, повышенную прочность, жёсткость, виброустойчивость, стойкость, точность и быстростъёмность. Эти показатели режущего инструмента формируются как на стадии проектирования, так и в процессе его изготовления

Наружные цилиндрические поверхности обрабатываются на станках токарной группы токарными проходными резцами. При обработке одним из недостатков является наличие вершины резца, которая формирует шероховатость обработанной поверхности. Для уменьшения шероховатости необходимо уменьшать подачу, что снижает производительность обработки. Кроме того, вершина резца является слабым местом инструмента. Через небольшое сечение резца от вершины проходит большой тепловой поток, что вызывает высокий нагрев и износ вершины резца.

Вершина как точка пересечения главной и вспомогательной режущих кромок источник повышенного износа как следствие увеличение теплового напряжения околостружочных участков, выражающегося в значительно большем нагреве и, вследствие этого, усиленном износе. Это приводит к уменьшению стойкости резца, увеличению количества переточек и снижению ресурса резца, уменьшению производительности и увеличению расхода резцов, повышению себестоимости обработки. Для устранения указанных недостатков предлагается токарная обработка наружных поверхностей валов безвершинным токарным проходным резцом [1-4].

Одной из актуальных проблем машиностроения является обработка отверстий, к которым предъявляются высокие требования по точности размера, формы и расположения. обработка отверстий осуществляется металлорежущими инструментами: свёрлами, зенкерами, развёртками, протяжками, расточными резцами, блоками и расточными головками. В зависимости от требований к точности отверстий применяются соответствующие инструменты [5].

Сверление происходит в тяжелых условиях резания: затруднён отвод стружки и подвод смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) из-за значительного трения стружки о поверхность канавок сверла и самого сверла об обработанную поверхность, передний угол на поперечной кромке составляет значение до минус 57°–60°. Поэтому на поперечной кромке, которая воспринимает до 80% осевой силы, вместо резания имеет место смятие, выдавливание и скобление металла.

Создание благоприятных условий сверления привело к развитию направлений: совершенствование режущей части существующих свёрл; разработке новой, видоизменённой конструкции свёрл, имеющих другую форму поперечного сечения и разработке специальных режущих инструментов, имеющих принципиально новую конструкцию – двухвершинное спиральное сверло без поперечной кромки и двухвершинное перовое сверло без поперечной кромки. Поперечная кромка на указанных свёрлах срезается, прорезанием канавки, одна стенка которой совпадает с осью или несколько смещена относительно оси. Это позволило исключить силу, возникающую на поперечной кромке стандартного сверла, улучшить силовые отношения в зоне резания, уменьшить образование тепла, повысить качество обработки [6-8].

Специальный профиль в поперечном сечении в виде буквы «Z» имеет сверло «Зигзаг». Такая форма поперечного сечения позволяет расположить режущие кромки пера в одной осевой плоскости, исключить поперечную кромку, срезанием косой перемычки между перьями, повышенные износ, температуру и пониженную стойкость при использовании традиционных стандартных свёрл [9].

Операции зенкерования и разворачивания широко применяются при обработке отверстий в корпусных деталях, втулках, фланцах и т.п. Однако зенкер и развёртка имеют относительно короткую режущую часть и потому механически и термически тяжело нагруженной режущей частью имеет ограниченную по величине скорость резания и сравнительно низкую стойкость. Износ сосредотачивается в локальной области по небольшой длине режущей части. Кроме того, жёсткость шпиндельного узла сверлильных станков оказывается недостаточной. При большой длине обрабатываемого отверстия, большей длине режущего инструмента по этой причине снижается точность обработки и возрастает шероховатость.

Устранение вышеуказанных недостатков привели к разработке – зенкера-протяжки и развёртки-протяжки, которые конструктивно построены по следующему принципу: в осевом сечении они имеют конструктивные признаки, соответствующие протяжке, а в поперечном сечении признаки зенкера либо развёртки: форма и число зубьев, геометрию режущей части.

Предлагаемые инструменты позволяют значительно уменьшить разбивку отверстий, а также уменьшить шероховатость обработанной поверхности и повысить стойкость инструментов [10-14].

Анализ существующих конструкций и исследования обработки отверстий режущими инструментами привели к разработке – резцовой сборной развёртки с безвершинными зубьями – для разворачивания отверстий повышенного качества поверхности и точности диаметра. Безвершинные резцы-зубья разработанного инструмента лишены одного из недостатков – наличия вершины, наиболее слабой и изнашивающейся части режущей кромки обычных резцов.

Резцовая сборная развёртка с безвершинными зубьями имеет на режущей части четыре вставных зуба-резца развёртки, установленных в пазы со смещением друг относительно друга вдоль оси и закрепленных крепёжными винтами или прижимами непосредственно к корпусу. Вставные зубья-резцы имеют режущие кромки в форме окружности, плоскость которой расположена под углом к оси отверстия (оси развёртки), тем самым на круговом участке зубьев исключается вершина, и улучшаются условия резания. Все резцы имеют один размер по высоте, т.е. настроены на обработку одного диаметра D отверстия. При работе резания зуб-резец, воздействуя на заготовку, вызывает её отжатие силой резания, что приводит к изменению диаметра обработки. Последующие резцы работают как калибрующие и способствуют увеличению точности размера отверстия.

Резцы выполнены из быстрорежущей стали или оснащены пластинами твёрдого сплава. С целью увеличения срока службы предусмотрена пластина под основанием резца, меняемая при каждой переточке, для компенсации потери размера резца по высоте.

Конструктивные особенности и геометрия резцовой сборной развёртки обеспечивают высокую эффективность чистовой операции растачивания, повышение точности обработки и снижение шероховатости обрабатываемых деталей [15-16].

Разработана резцовая головка представляет собой новый высокопроизводительный металло-режущий инструмент для точения сплошных отверстий, режущая часть которого выполнена в виде резцов, расположение и конструкция которых позволяют заменить сверление торцовым точением с использованием всех преимуществ точения перед сверлением.

Инструмент имеет повышенную жесткость, не имеет поперечной кромки, работа резания распределена равномерно по длине лезвий, уменьшаются удельное давление и температура в зоне резания, что способствует повышению стойкости и улучшению качества обработки за счет выполнения на корпусе выглаживающих элементов, позволяющих уменьшить отклонения от круглости отверстия

и шероховатость, а точность обработки значительно выше в силу отсутствия дестабилизирующего влияния поперечной кромки [17].

Анализ конструкции резцовой головки показал, что применение твёрдосплавных пластин с креплением их к корпусу винтами упростит конструкцию и технологию изготовления.

Разработана конструкция сборной резцовой головки с креплением резцов, изготовленных из твердого сплава, к корпусу винтами, что даст возможность замены в результате износа и увеличит ресурс за счёт переточки и увеличит срок эксплуатации инструмента.

В сборной резцовой головке твёрдосплавные пластины расположены одна – к центру, другая – к периферии. Из-за этого крутящие моменты на левой и правой частях разной величины, что приводит к вибрации и неуравновешенности, а, следовательно, снижается качество и точность обработки [18].

Для уравнивания крутящих моментов разработана сборная резцовая головка с асимметрично расположенными твёрдосплавными пластинами разной ширины, закрепленными винтами на корпусе.

Режущая часть выполнена в виде твёрдосплавных пластин разной ширины, что способствует повышению стойкости и качества обработки отверстий при условии равновесия крутящих торцовых моментов за счёт свободного торцового течения в условиях резания, присущих точению, значительно более лёгких, чем при сверлении в условиях неблагоприятной геометрии, скобления и выдавливания поперечной кромкой материала вместо резания, повышенных температур, сил резания и повышенного износа инструмента, а также за счёт удобства и простоты в изготовлении и эксплуатации нового инструмента.

При работе резцовой головки каждый резец снимает слой стружки следующим образом: при двух резах внутренний резец образует цилиндр отверстия примерно 0,5 диаметра отверстия, в зависимости от принятых соотношений ширины резцов. Внешний резец срезает стружку на кольцевом участке обрабатываемого отверстия, остающемся после прохода внутреннего резца. Отсутствие поперечной кромки значительно улучшает условия резания и повышает качество обработки. Направляющие элементы на корпусе головки позволяют улучшить качество поверхности отверстия. Большая жесткость инструмента и выглаживание повышают точность и качество поверхности отверстия.

Таким образом, разработаны конструкции инструментов для обработки поверхностей деталей машин, к которым предъявляются высокие требования по точности размера, формы и расположения, обеспечивающие высокую эффективность и стабильность обработки, улучшение центрирования, снижение шероховатости обрабатываемых деталей, что способствует повышению точности и качества обработки.

Список литературы

1. Дудак Н.С., Денчик А.И., Оспантаев М.К. Особенности обработки безвершинным токарным резцом // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Эффективные инструменты современных наук – 2012», Чехия, Прага. – 2012.
2. Дудак Н.С. Способ точения и безвершинный проходной токарный резец. Наука и техника Казахстана. 2011. № 3-4. С. 21-26.
3. Шамарин Н.Н., Подгорных О.А. Безвершинные режущие инструменты. В сборнике: Инновационные технологии в машиностроении сборник трудов VII Международной научно-практической конференции // Юргинский технологический институт Томского политехнического университета. 2016. С. 198-200.
4. Dudak N.S., Itybaeva G.T., Musina Z.K., Kasenov A.Z., Taskarina A.Z. A new pass-through lathe cutter Russian Engineering Research. 2014. Т. 34. № 11. С. 705-707.
5. Дудак Н.С., Итыбаева Г.Т., Мусина Ж.К. Конструкции металлорежущих инструментов. В сборнике: Инновационные технологии в машиностроении сборник трудов VII Международной научно-практической конференции // Юргинский технологический институт Томского политехнического университета. 2016. С. 123-126.
6. Мусина Ж.К. Геометрический анализ влияния расположения вершин двухвершинного спирального сверла на условия резания. Наука и техника Казахстана. 2011. № 3-4. С. 60-67.
7. Мусина Ж.К. Сверло для повышения качества обработки отверстий. Главный механик. 2012. № 3. С. 28-33.
8. Мусина Ж.К. Обработка отверстий двухвершинным спиральным сверлом без поперечной кромки. Труды Университета. 2010. № 1. С. 30-32
9. Дудак Н.С., Итыбаева Г.Т., Мусина Ж.К., Касенов А.Ж., Таскарина А.Ж., Курмангалиев Т.Б. Сверление отверстий спиральным сверлом «Зигзаг» без поперечной кромки. Научный журнал «Вестник ВКГТУ» – 2014. – № 1. – С. 30-33.

10. Итыбаева Г.Т. Обработка отверстий зенкером-протяжкой. Труды Университета. 2010. № 1. С. 28-30.
11. [Dudak N.S.], Kasenov A.Z., Musina Z.K., Itybaeva G.T., Taskarina A.Z. Processing of holes with a reamer-broach. Life Science Journal. 2014. Т. 11. № 10s. С. 282-288.
12. Касенов А.Ж. Формирование шероховатости поверхности отверстия обработанного развёрткой-протяжкой. Наука и техника Казахстана. 2011. № 3-4. С. 46-49.
13. Касенов А.Ж. Обработка отверстий развёрткой-протяжкой. Труды Университета. 2010. № 1. С. 25-28.
14. [Dudak N.], Taskarina A., Kasenov A., Itybaeva G., Mussina Z., Abishev K., Mukanov R. Hole machining based on using an incisive built-up reamer. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing. 2017. Т. 18. № 10. С. 1425-1432.
15. Таскарина А. Ж., [Дудак Н. С.], Касенов А. Ж. Резцовая сборная развертка с безвершинными зубьями. Научный журнал МОН «Поиск». – 2012. – № 1(2). – С. 274-279.
16. [Дудак Н. С.], Итыбаева Г. Т., Мусина Ж. К., Касенов А. Ж., Таскарина А. Ж. Конструкции резцовых сборных развёрток с безвершинными зубьями. Научный журнал Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова. – Вестник ПГУ. – 2012. – № 2. – С. 30-36.
17. [Дудак Н.С.], Янюшкин А.С. Способ и резцовая головка для высокопроизводительного торцового точения отверстий. Системы. Методы. Технологии. 2011. № 9. С. 78-86.
18. [Дудак Н. С.], Муқанов Р. Б., Мендебаев Т. М., Касенов А. Ж., Итыбаева Г.Т. Обработка отверстий сборной резцовой головкой. Вестник государственного университета имени Шакарима города Семей – 2017. – Т. 1. № 2 (78). – С. 57-61.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО ПЛАВЛЕНИЯ И ОЦЕНКА КПД ЭЛЕКТРОННОГО ЛУЧА.

М.Г. Криницын, Р.О. Черепанов
 Томский политехнический университет
 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822)-12-34-56
 E-mail: Ivanov@mail.ru

В работе предложена численная модель процесса плавления порошков титановых сплавов в условиях селективного электронно-лучевого сплавления. Приводится сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными по сплавлению порошков сплава ВТ6 методом электронно-лучевого плавления при аддитивном производстве деталей. Установлено, что тепловой КПД электронного луча составляет порядка 25%, а 75% энергии пучка теряется.

A numerical model of the process of the melting of powders of a titanium alloy VT6 during selective electron-beam melting is proposed. Comparison of numerical results with experimental data on selective electron-beam melting at additive manufacturing of parts is provided. It is established that the thermal efficiency of electron beam is about 25% and 75% of the beam energy is lost.

Селективное электронно-лучевое сплавление (S-EBM) [1-3] является современной перспективной технологий аддитивного производства изделий из порошков различных сплавов, в частности, из порошков титанового сплава ВТ6 [4-7]. Из литературы известны различные подходы к моделированию таких процессов [8-10]. В данной работе использован численный метод, основанный на методе конечных объемов.

Математическая модель.

Математическая модель процесса электронно-лучевого плавления включает в себя уравнение теплопроводности, записанное относительно энтальпии:

$$\dot{H} = -\nabla_j (\lambda \nabla_j T) + Q \quad (1.1)$$

где H - энтальпия на единицу объема, T - температура, Q - объемная мощность внутренних источников тепла. Температура связана с энтальпией зависимостью $T=T(H)$

Зависимость температуры от внутренней энергии $T(E)$ определялась путем интегрирования известных для каждого материала с определенной точностью зависимостей теплоемкости от температуры с учетом скрытой теплоты фазовых переходов:

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

- Абзаев Ю.А. 8
 Абабков Н.В. 32
 Агеева М.В. 8
 Аксенов В.В. 236, 239, 248
 Ананьева М.В. 290
 Ардашева И.С. 108
 Асадчий К.С. 260
 Бабакова Е.В. 120
 Банкрутенко А.В. 264
 Башук А.М. 83
 Бегляков В.Ю. 260
 Безменов Ю.А. 36
 Бледная С.В. 70
 Богданов О.И. 257
 Борисова Н.М. 227
 Боярова Ю.С. 232
 Буракова Е.М. 55
 Бушуев Д.Е. 139
 Важдаев А.Н. 215, 218
 Газенаур Е.Г. 70
 Газенаур Н.В. 290
 Галкина В.В. 290
 Гончаренко И.М. 108, 166, 43, 74
 Гребенюк Я.В. 182
 Губайдулина Р.Х. 104
 Гусаров Д.Е. 26, 53, 58
 Данилов В.И. 55
 Девойно О.Г. 96
 Деменева Е.С. 179
 Десятков В.В. 28, 61
 Добрычева И.В. 189
 Долматов Д.О. 118
 Дронов А.А. 288
 Епифанцев К.В. 23
 Епринцев В.А. 23
 Ерастова Е.С. 179
 Есаулов В.Н. 253
 Есипов Р.С. 122
 Жаринов И.О. 185
 Жидкова К.И. 171
 Заколдаев Д.А. 185
 Запысов Р.С. 36
 Зарипова Н.А. 282
 Захарова А.А. 182
 Зеленковский А.А. 28, 55
 Зернин Е.А. 53, 55
 Зубков М.С. 46
 Ибрагимов Е.А. 120
 Иванов В.П. 39
 Изотова А.И. 260
 Ильин А.П. 116
 Итыбаева Г.Т. 169
 Итыбаева Г.Т. 292
 Ишанов А.З. 52
 Казанцев А.А. 273
 Кайролла Е.А. 166
 Калининченко А.С. 92
 Каримов А.К. 74
 Касенов А.Ж. 151
 Катаев М.Ю. 171
 Качаева С.Г. 223
 Кийко П.В. 210
 Коваль В.С. 264
 Кокарева В.В. 179
 Колегова О.А. 173
 Коровин Г.И. 104
 Коршунова Е.П. 202
 Крампит А.Г. 14
 Крампит М.А. 14
 Кременецкий Л.Л. 148
 Криницын М.Г. 142
 Криницын М.Г. 154
 Крюков А.В. 28
 Кузнецов М.А. 14
 Кузьмина Л.В. 70
 Кульбик В.В. 23
 Куминов П.О. 108
 Куренбин Т.А. 43
 Лаврова Е.В. 39
 Лапицкий Д.Р. 122
 Лапковский А.С. 96
 Ласуков А.А. 132
 Левашова Е.Е. 32
 Литвиненко В.В. 269
 Логинова М. В. 129, 65
 Лосева Н.В. 171
 Луцко Н.И. 96
 Лучинович А.А. 243
 Макаров С.В. 11
 Марчук В.И. 202
 Маслов А.В. 193
 Махмудалиев А.Р. 74
 Мендебаев Т.М. 151
 Мешкова В.В. 92
 Мигина А. С. 129
 Муканов Р.Б. 151
 Мусина Ж.К. 169
 Мусина Ж.К. 292
 Мяло В.В. 276
 Мяло О.В. 276
 Мясников А. Ю. 65, 77
 Назаренко С.Ю. 16
 Несипбек Е.Н., 163
 Нестеренко В.П. 132
 Николаева А.А. 63
 Новиков А.С. 42
 Носенко В.А. 148
 Павлов Н.В. 36
 Павлов Н.В. 36
 Пашков Д.А. 236, 239
 Пашков Е.Н. 257
 Петров Е.В. 223
 Петрушин С.И. 104
 Плечева В.Ю. 269
 Подгорных О.А. 111, 158, 80, 88
 Полицинская Е.В. 227
 Прилепский С.Э. 229
 Прокопов С.П. 276
 Прокопов С.П. 282
 Размышляев А.Д. 8
 Разумников С.В. 200
 Рахымтай Н.Н. 166
 Редреев Г.В. 210, 243
 Ретносский О.Ю. 132
 Родзевич А.П. 139
 Садовец В.Ю. 236, 239
 Сапрыкин А.А. 101, 120
 Сапрыкина Н.А. 101
 Седнев Д.А. 118
 Семеренко И.А. 253
 Смирнов А.Н. 32
 Соатов Д.М. 43
 Собачкин А. В. 129, 65, 77, 83
 Солодский С.А. 19
 Союнов А.С. 282
 Стаценко С.В. 19
 Стриженко К.В. 197
 Суздалова М.А. 232
 Таскарина А.Ж. 169, 292
 Ташиян Г.О. 204
 Телипенко Е.В. 215
 Теслев С.А. 94
 Теслева Е.П. 94
 Тимофеева Л.В. 227
 Тимофеева П.Э. 63
 Трухманов Д.С. 248
 Устьянцев Е.И. 243
 Фельдштейн Е.Э. 92
 Филиппов А.В. 111, 158, 80, 88
 Филонов А.В. 28
 Халтурина Д.В. 139, 94
 Хусаинов Ю.Г. 122
 Чаткин В.Е. 49
 Черепанов Р.О. 142, 154
 Чернышева Т.Ю. 197
 Чинахов Д.А. 11
 Чудинова А.О. 116
 Шамарин Н.Н. 111, 158, 80, 88
 Шевченко А.П. 264
 Шимохин А.В. 210
 Шляхова Г.В. 55
 Юркина В.А. 142
 Яковлев В.И. 83

Научное издание

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Сборник трудов
IX Международной научно-практической конференции

**Редакционная коллегия предупреждает, что за содержание
представленной информации ответственность несут авторы**

Компьютерная верстка и дизайн обложки
Э.Ф. Кусова

**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати 12.05.2018. Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка».
Печать CANON. Усл. печ. л. 34,31. Уч.-изд. л. 31,03
Заказ 109-18. Тираж 150 экз.



Издательство

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ