

Большаков К.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Яшин А.В

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Орловская ул., 23, Муром
blishokovkostya@gmail.com

Повышение износостойкости режущих инструментов методом химического осаждения из паровой фазы (CVD) и физического осаждения из паровой фазы (PVD)

Современные требования к качеству обработки материалов предъявляют высокие требования к износостойкости режущих инструментов. Одним из эффективных способов повышения их эксплуатационных характеристик является применение методов химического (CVD) и физического (PVD) осаждения из паровой фазы. Эти технологии позволяют создавать покрытия с уникальными свойствами, которые значительно увеличивают срок службы инструментов.

Метод CVD основан на химических реакциях, происходящих в газовой фазе, что приводит к образованию тонких пленок на поверхности инструмента. Преимуществом данного метода является возможность получения однородных и прочных покрытий, которые обладают высокой адгезией к основе инструмента. В результате применения CVD можно достичь значительного повышения твердости и термостойкости покрытий, что особенно важно при обработке высокопрочных материалов.

С другой стороны, метод PVD включает в себя физические процессы осаждения атомов или молекул на поверхность инструмента из газовой фазы. Этот метод позволяет получать покрытия с контролируемой толщиной и структурой, что способствует улучшению механических свойств инструментов. PVD-покрытия отличаются высокой стойкостью к коррозии и окислению, что делает их идеальными для работы в агрессивных средах.

Сравнительный анализ методов CVD и PVD показывает, что каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Например, CVD обеспечивает более высокую прочность покрытий, но требует более сложного оборудования и условий для проведения процесса. В то время как PVD является более универсальным методом с меньшими затратами на оборудование, но может уступать по прочности получаемым покрытиям.

В заключение можно отметить, что применение методов CVD и PVD для повышения износостойкости режущих инструментов открывает новые горизонты в области материаловедения и технологии обработки. Эти методы позволяют создавать инструменты с улучшенными эксплуатационными характеристиками, что способствует повышению эффективности производственных процессов.

Литература

1. Букарев, И. М. Технология нанесения нанокompозитных покрытий посредством вакуумных PVD установок / И. М. Букарев, Д. М. Кононов // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. – 2010. – № 1. – С. 196-199. – EDN RSGVYN.
2. Сравнительный анализ свойств покрытий на основе углерода, полученных различными PVD и CVD методами осаждения / Д. В. Корженко, Ю. Н. Юрьев, Д. Р. Емлин, С. А. Плотников // Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2019. – С. 179-180. – EDN RFYDUW.
3. Абрамов, М. А. Нанесение упрочняющего покрытия на режущий инструмент PVD-методом / М. А. Абрамов, А. А. Хубатхузин // Новые технологии и материалы легкой промышленности, Казань, 15–19 мая 2019 года. Том Часть 2. – Казань. – С. 105-109. – EDN AGRTR0.

Комар А.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Яшин А.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
artkom2307@gmail.com*

Особенности применения броневых сталей в военной технике

В условиях современной геополитической обстановки и развития средств поражения, обеспечение надежной защиты военной техники остается приоритетной задачей. Эффективность брони напрямую влияет на выживаемость личного состава и сохранность техники. Актуальность исследований в области броневых сплавов обусловлена постоянным совершенствованием средств поражения, необходимостью повышения мобильности техники, развитием новых технологий обработки и расширением спектра угроз.

Существующие броневые сплавы, такие как сталь, алюминиевые и титановые сплавы, обладают определенными преимуществами и недостатками. Стальные сплавы отличаются высокой прочностью и низкой стоимостью, но имеют значительную массу. Алюминиевые сплавы легкие, но менее прочные. Титановые сплавы обладают высокой удельной прочностью и коррозионной стойкостью, но являются более дорогими и сложными в обработке.

Актуальность исследований в данной области заключается в необходимости разработки новых броневых сплавов, сочетающих в себе оптимальные характеристики прочности, легкости, стоимости и технологичности. В частности, актуальными являются исследования, направленные на разработку новых составов сталей, легких алюминиевых и титановых сплавов, применение нанотехнологий, разработку композиционных материалов и оптимизацию технологий обработки.

Данная работа направлена на анализ тенденций развития броневых сплавов, определение перспективных направлений исследований и оценку возможности применения новых материалов и технологий в военной технике.

Цель исследования: разработка предложений по совершенствованию броневой защиты военной техники на основе анализа современных тенденций развития броневых сплавов (титановых, алюминиевых и стальных) и оценки перспектив применения новых материалов и технологий.

Задачи исследования:

- 1) Анализ современного состояния и тенденций развития броневых сплавов (обзор существующих сплавов, определение характеристик, выявление тенденций).
- 2) Оценка перспектив применения новых материалов и технологий (анализ возможностей применения новых материалов, оценка перспектив новых технологий обработки).
- 3) Определение требований к броневой защите военной техники (выявление угроз, определение требований к защите).
- 4) Разработка предложений по совершенствованию броневой защиты военной техники (разработка предложений, оценка экономической эффективности).

В результате исследования предполагается получить следующие результаты:

- Определить основные тенденции развития броневых сплавов.
- Оценить перспективность применения новых материалов и технологий.
- Сформулировать требования к броневой защите военной техники.
- Разработать предложения по совершенствованию броневой защиты.
- Предложить конкретные решения по применению новых материалов и технологий.
- Провести сравнительную оценку различных вариантов броневой защиты.

В результате проведенного исследования были выявлены оптимальные составы легирующих элементов для повышения прочности и пластичности броневых сталей, определены режимы термической обработки, обеспечивающие максимальные защитные свойства броневых сплавов, разработаны модели композиционных броневых элементов с

оптимальным сочетанием прочности и легкости, оценена возможность применения 3D-печати для создания броневых элементов сложной геометрии с улучшенными характеристиками и предложены варианты использования нанотехнологий для модификации структуры броневых сплавов и повышения их защитных свойств.

Результаты исследования имеют значимую научную и практическую ценность. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании и производстве новых образцов военной техники, а также при модернизации существующего парка бронетехники. Разработанные рекомендации позволят повысить защищенность личного состава и сохранность дорогостоящего оборудования, что, в конечном итоге, будет способствовать укреплению обороноспособности страны.

Тароватов И.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Борисова Е.А.

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

E-mail: ildartarovatov@yandex.ru

Методы снижения износа бандажей колёсных пар локомотива

В связи с постоянным увеличением массы перевозимых грузов и переводом большинства железнодорожных путей на рельсы марок Р65 и Р75 с укладкой бетонных шпал возникает необходимость повышения ресурса бандажей, как наиболее подверженных изнашиванию элементов колесных пар.

С этой целью разрабатываются различные технологические и конструкторские методы.

К технологическим методам увеличения ресурса бандажа относятся:

- лубрикация бандажа и головки рельса с использованием бортовых локомотивных систем (РИИЖТа; ВНИТИ и др.);

- применение гребнесмазывателей различной конструкции для подачи смазки на гребень бандажа, как наиболее нагруженного участка колесной пары;

- смазка рельсов с помощью специального самоходного подвижного состава (ССПС).

Недостатком данных методов помимо быстрого истирания нанесённого слоя, и невозможности качественного нанесения смазки в случаях интенсивного износа, увеличения вязкости масла при низких температурах, является невозможность совмещения жидкостной смазки на участках с применением ССПС для лубрикации рельсов, в связи с негативным воздействием смазок друг на друга [1].

Достаточно широко распространены различные методы поверхностного упрочнения, к которым относятся: плазменное упрочнение, упрочнение волоконными лазерами, электроконтактное упрочнение и др.

Недостатками перечисленных методов являются: возникновение высоких остаточных напряжений на обработанной поверхности; невозможность многослойной обработки и необходимость стачивания всей поверхности для нового цикла; различные глубины упрочнённого слоя в зависимости от применяемого метода, соответственно и различные временные промежутки между циклами обточки.

К конструкторским методам повышения износостойкости бандажей можно отнести изменение профиля бандажа для различных типов подвижного состава и различных профилей пути; внедрение поосного регулирования тяги с независимым возбуждением тяговых двигателей; разработку и внедрение независимого рессорного подвешивания для каждой колёсной пары [2].

Возможным решением части проблемы может являться создание новых защитных покрытий на поверхности катания колеса. Одним из возможных способов формирования подобного покрытия является нанесение защитного материала с использованием неизотермической плазмы. Преимуществами данного метода является возможность нанесения покрытия на поверхности сложной формы, при этом, покрытие может являться многослойным или многокомпонентным, что существенно повысит его возможности [3].

Литература

1. Трибология и её применение на железнодорожном транспорте / Труды ВНИИЖД. – М.: Интекст, 2007-408 с.
2. Буйнов А.П. основные причины интенсивного износа колесных пар подвижного состава и методы их устранения. Екатеринбург: изд-во УрГУПС, 2009. 224 с.
3. Материалы XXVIII Международной конференции «Взаимодействие плазмы с поверхностью». Москва, 30-31 января 2025г.: Сборник научных трудов. М.: НИЯУ МИФИ, 2025. – 100 с.

Трунова С.И.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Карпов F/D/

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

E-mail: titiuo899@mail.ru

Разработка специального станочного приспособления для операции "Фрезерная с ЧПУ"

Технологическая подготовка играет важную роль в процессе создания деталей. Существенная доля затрат при этом приходится на проектирование и изготовление станочных приспособлений, представляющих собой часть технологической оснастки.

Так как серийное производство характеризуется выпуском партиями однородной продукции в течение установленного времени с использованием специализированного оборудования - в целях обеспечения установки заготовки «Крышка» на операции фрезерной с ЧПУ без дополнительной выверки и обкатки, а также сведения к минимуму количества технологических установок было разработано специальное установочно-зажимное фрезерное приспособление. В процессе проектирования была выявлена погрешность базирования на размер паза под уплотнительную резинку, в связи с чем произведены расчеты: силы резания, силы закрепления, усилие закрепления. Погрешность базирования связана с точностью расположения заготовки относительно установочных элементов, инструмента или станка. Если заготовка установлена неточно, это может привести к отклонениям в размерах готовой детали. В ходе расчетов установлено, что усилие зажатия составило достаточное значение для того, чтобы выдержать требуемую нагрузку при обработке резанием.

Заготовка при установке базируется по плоскости, что обеспечивает её точное позиционирование. Фиксация осуществляется с помощью механических регулируемых 4-х зажимов по 2 штуки со стороны торцов и штифта, что гарантирует надежное крепление, лишение 6-ти степеней свободы и минимизацию вибраций в процессе обработки. Такая схема базирования и закрепления позволяет снизить погрешности установки и повысить качество обработки.

Конструкция приспособления учитывает геометрические особенности отливки, обеспечивая свободный доступ режущего инструмента к обрабатываемой поверхности. Применение данного оснащения сокращает время наладки и повышает повторяемость операции в серийном производстве. Корпусные элементы приспособления изготовлены из Стали 20 ГОСТ 1050-2013, а зажимные, участвующие в фиксации заготовки, из Стали 45 ГОСТ 1050-2013 с последующей термообработкой для повышения прочности и износостойкости.

Установка приспособления непосредственно на оборудование осуществляется с помощью Т-образных пазов на столе станка и пазов на нижней плите приспособления через соединение болт-гайка. Помимо стандартного крепления, учитывая его большие габариты и массу, для облегчения монтажа и демонтажа, дополнительной фиксации и обеспечения безопасности при работе с тяжелыми элементами применяются рым-болты. Также при обслуживании приспособление имеет легкий доступ к зажимным элементам для очистки или замены изношенных деталей.

Использование данного приспособления позволяет оптимизировать процесс фрезерной обработки, улучшить точность и стабильность размеров детали. Простота конструкции и удобство эксплуатации делают его эффективным решением для механической обработки.

Туманова Е.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Яшин А.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д.23
katuma06@gmail.com*

Технологические особенности лазерного спекания полимеров в аддитивном производстве

Актуальность: Аддитивное производство, особенно лазерное спекание полимеров (SLS), открывает новые горизонты для создания сложных и кастомизированных изделий в различных отраслях, включая медицину, авиацию и машиностроение. Однако, для достижения оптимальных механических и функциональных свойств изделий, необходимо глубокое понимание взаимосвязи между параметрами процесса SLS и характеристиками конечного продукта. В связи с этим, исследование технологических особенностей лазерного спекания полимеров является актуальной задачей. В последние годы аддитивные технологии, включая лазерное спекание полимеров, становятся все более востребованными в различных отраслях, таких как аэрокосмическая, медицинская и автомобильная. Разработка и оптимизация этих процессов позволяет создавать сложные геометрические формы с высокими механическими свойствами и минимальными затратами.

Цель: Выявление и систематизация технологических особенностей процесса лазерного спекания полимеров, влияющих на структуру и свойства изготавливаемых изделий.

Задачи:

1. Изучение влияния параметров лазерного излучения (мощность, скорость сканирования, расстояние между линиями) на температуру и степень спекания полимерного порошка.
2. Исследование влияния температуры платформы и атмосферы процесса на деформацию и усадку изделий.
3. Определение оптимальных параметров процесса для достижения максимальной плотности и прочности изделий.
4. Анализ микроструктуры и механических свойств образцов, изготовленных при различных параметрах процесса.
5. Разработка рекомендаций по оптимизации процесса лазерного спекания для конкретных полимерных материалов.

Методы исследования:

- Термический анализ (ДСК, ТГА) для определения температурных характеристик полимерных порошков.
- Оптическая микроскопия и растровая электронная микроскопия (РЭМ) для анализа микроструктуры спеченных образцов.
- Механические испытания (на растяжение, изгиб, удар) для определения прочностных характеристик.
- Метод конечных элементов (МКЭ) для моделирования температурных полей и деформаций в процессе спекания.
- Экспериментальное исследование процесса SLS с варьированием параметров лазерного излучения и температуры платформы.

Предварительные результаты: Предварительные результаты показывают, что увеличение мощности лазера и уменьшение скорости сканирования приводят к повышению плотности спеченных образцов, но также увеличивают риск деформаций. Установлено, что оптимальная температура платформы способствует снижению усадки и улучшению адгезии между слоями.

Значимость результатов для науки и практики: Результаты исследования позволят расширить научные представления о физических процессах, происходящих при лазерном спекании полимеров. Разработанные рекомендации по оптимизации параметров процесса

позволят повысить качество и стабильность производства изделий методом SLS, расширить спектр используемых материалов и областей применения аддитивных технологий. Полученные данные могут быть использованы для разработки новых материалов и технологических режимов для аддитивного производства.

Литература

1. Особенности спекания ультрадисперсных порошковых материалов в условиях высокоскоростной лазерной обработки: сайт. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37154013> (дата обращения: 15.03.2025)
2. Селективное лазерное спекание: сайт. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36397812> (дата обращения 15.03.2025)

Тутынин А.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Корнеев В.А.

*Общество с ограниченной ответственностью «ОК «Сибшахтострой»,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Сибирский государственный индустриальный университет»
654007, Кемеровская область - Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, зд. 42.
alex_vtut@mail.ru*

Практические подходы к стандартизации процесса «Технологическая подготовка производства» на предприятиях машиностроения и металлообработки

Одним из ключевых этапов освоения производства новой продукции на предприятиях машиностроения и металлообработки является технологическая подготовка производства (ТПП) – процесс, целью которого является оптимальное по срокам и ресурсам обеспечение технологической готовности производства к изготовлению продукции, которая отвечает требованиям заказчика или рынка.

Реализация процесса «Технологическая подготовка производства» на предприятиях машиностроения и металлообработки включает в себя:

- а) подготовку приказа о создании рабочей группы по ТПП продукции и назначение ответственного за координацию работы по ТПП;
- б) разработку плана-графика мероприятий по ТПП (либо дорожной карты), предусматривающего взаимодействие структурных подразделений предприятия, участвующих в подготовке производства, изготовлении, испытаниях и приемке продукции;
- в) разработку технологической документации на изготовление продукции на основании комплекта конструкторской документации, разработанной на предприятии или полученной от заказчика;
- г) определение потребности в необходимых оснастке и инструменте для изготовления продукции и их приобретение;
- д) определение потребности в метрологическом обеспечении, проведение поверки (калибровки) средств измерений, приобретение недостающих;
- е) аттестацию испытательного оборудования и методик выполнения измерений, используемых при производстве и испытаниях изделий;
- ж) заключение договоров с поставщиками комплектующих изделий и материалов;
- и) разработку перечня входного контроля материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий;
- к) проведение входного контроля материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий;
- л) разработку программ и методик испытаний, планов качества продукции;
- м) аттестацию специальных и особо ответственных технологических процессов;
- н) обучение и аттестацию производственного персонала;
- п) приобретение необходимых документов по стандартизации (ГОСТ, ТУ), необходимых для производства продукции;
- р) изготовление и проведение сертификации и испытаний опытных образцов продукции.

Для результативного функционирования процесса ТПП предприятие должно стандартизировать и внедрить ряд документированных процедур (стандартов, положений, инструкций и др.), устанавливающих требования и порядок выполнения работ по ТПП, а также ответственность должностных лиц предприятия за каждый этап.

Исходя из сложившейся практики стандартизации систем менеджмента качества на предприятиях машиностроения и металлообработки, предприятию рекомендуется разработать следующие процедуры:

- стандарт «Организация и проведение технологической подготовки производства новой продукции», устанавливающий порядок выполнения мероприятий технологической подготовки производства, приведенных в перечислениях а) – р) настоящей статьи, а также сроки и перечень ответственных лиц;

- стандарт «Управление технологической документацией», устанавливающий порядок разработки, согласования, обозначения, введения в действие, регистрации, учета и тиражирования технологической документации, требования к хранению, анализу актуальности, внесению изменений и аннулированию технологической документации;

- стандарт «Управление специальными процессами», устанавливающий требования к планированию, подготовке и проведению валидации специальных процессов, идентифицированных при разработке технологической документации на изготовление нового вида продукции, а также при внесении изменений в действующую технологическую документацию специального процесса производства, а также методики аттестации специальных процессов;

- стандарт «Порядок организации и проведения испытаний опытного образца продукции», устанавливающий порядок взаимодействия с сертификационными органами и организации работ по прохождению процедуры анализа состояния производства;

- стандарт «Верификация закупленной продукции», включающий порядок разработки перечня входного контроля, проверки документов о качестве на закупаемую продукцию, проведения входного контроля, идентификации продукции по результатам входного контроля, принятия решений по несоответствующей продукции, выявленной при входном контроле;

- стандарт «Управление инструментом», устанавливающий порядок планирования потребности в инструменте, приобретения инструмента, учета и хранения инструмента, выдачи инструмента на рабочие места, ремонта, списания и утилизации инструмента;

- стандарт «Управление измерительным оборудованием», устанавливающий порядок определения потребности в измерительном оборудовании, проведения входного контроля приобретенного измерительного оборудования, метрологического учета, хранения, эксплуатации, технического обслуживания, поверки (калибровки), списания и утилизации измерительного оборудования, порядок действий при обнаружении непригодного измерительного оборудования, порядок организации и проведения метрологического надзора.

Литература

1. Интернет-ресурс: [https://ru.wikipedia.org / wiki/ Единая_система_технологической_подготовки_производства](https://ru.wikipedia.org/wiki/Единая_система_технологической_подготовки_производства).

2. ГОСТ Р 50995.3.1-96. Технологическое обеспечение создания продукции. Технологическая подготовка производства = Technological support for products development and production. Technological preparation of production : государственный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 11 декабря 1996 г. № 674 : введен впервые : дата введения 1997-07-01 / разработан ТК 210 «Технологическое обеспечение создания изделий» Госстандарта России и государственным предприятием «НПО ТЕХНОМАШ». – Москва : Издательство стандартов, 1997. – III, 16 с.; 29 см. – Текст : непосредственный.