

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

---

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.Н. КОСЫГИНА  
(ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)»**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
ХУДОЖЕСТВЕННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОНСТРУКЦИОННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**

**Сборник научных трудов семинара**

**25 мая 2020 г.**

**МОСКВА – 2020**

УДК 677.024(075.8)

ББК 34.7:30.3

Современные производственные технологии изготовления художественных и промышленных изделий из конструкционных материалов: сборник научных трудов семинара. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2020. – 40 с.

В сборник включены содержания докладов профессорско-преподавательского состава и представителей предприятий и других организаций, представленных на семинаре и отражающих основные направления развития в области современных производственных технологий изготовления художественных и промышленных изделий из конструкционных материалов.

Настоящий сборник представлен статьями авторов – участников семинара «Современные производственные технологии изготовления художественных и промышленных изделий из конструкционных материалов», который прошел на кафедре «Технологии художественной обработки материалов» в онлайн формате 25 мая 2020 г. Тематика семинара представляется остро актуальной в эпоху назревшей модернизации производственных предприятий в эпоху импортозамещения. В семинаре приняли участие представители следующих учебных заведений и организаций:

ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина»; ГБОУ ВО МО «Технологический университет»; ООО «ДО Промыслы Вербилки»; ООО НПЦ «Грань»; ООО «ЕМК-Сервис»; ММК «МОСИНТРАСТ».

Статьи представлены в авторской редакции.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

При перепечатке материалов сборника научных трудов семинара «Современные производственные технологии изготовления художественных и промышленных изделий из конструкционных материалов» ссылка на сборник статей обязательна.

#### **Редакционная коллегия**

Зайцев А.Н., директор Института мехатроники и информационных технологий; Корнеев А.А., зав. кафедрой «Технологии художественной обработки материалов»; Прокопенко А.К., профессор кафедры «Технологии художественной обработки материалов»; Федоров М.В., старший преподаватель кафедры «Технологии художественной обработки материалов».

ISBN 978-5-87055-966-7

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н.Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)», 2020

© Коллектив авторов, 2020

# РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Голубев А.П., Бельшева А.Р.

*Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Московской области «Технологический университет»  
(e-mail: argolubev@mail.ru, kurochkina\_alina98@bk.ru )*

**Аннотация:** в статье обобщен многолетний опыт разработки и внедрения новых высокоэффективных ресурсосберегающих производственных технологий по продлению срока службы изделий из конструкционных материалов.

**Ключевые слова:** ресурсосбережение, изнашивание, металлоплакирование, срок службы.

За последние годы в секторе реальной экономики Российской Федерации состоялись существенные количественные и качественные изменения. В настоящее время происходит непрерывное расширение номенклатуры предоставляемых услуг, постоянное усложнение применяемой техники, устойчивое повышение конкурентоспособности отечественной продукции.

Эффективность работы механических систем в первую очередь определяется работой узлов трения.

Большинство трущихся деталей работают при высоких нагрузках и скоростях перемещений в условиях ограниченной подачи смазочного материала [3].

Из-за повышенного изнашивания деталей увеличивается количество отказов машин, что приводит к повышению времени простоя оборудования, механизмов и машин, увеличивает затраты на запчасти и, соответственно, завышает стоимость работ, выполняемых в процессе ремонта.

На сегодняшний день современные представления о процессах фрикционного взаимодействия указывают на то, что наиболее перспективным методом повышения срока службы оборудования является реализация в узлах трения режима металлоплакирования [3,6].

Особенностью данных технологий является то, что формирование противоизносных покрытий на трущихся поверхностях происходит на атомном и ионном уровне. Размер удерживаемых в зоне трения частиц износа составляет тысячные и сотые доли микрометра.

Металлосодержащая защитная пленка образуется либо вследствие выделения металлоплакирующих наночастиц на трущихся поверхностях из технологической среды, либо в результате переноса наночастиц

легирующих элементов на контртело.

Для повышения качества выполняемых исследований процессов металлоплакирования была осуществлена модернизация лабораторного оборудования и разработана соответствующая методика их проведения [2,4].

Для определения эффективности применения металлоплакирующих нанотехнологий на машине трения с возвратно-поступательным движением подвижного образца были проведены исследования зависимости коэффициента трения от нагрузки. Материал испытываемых образцов – сталь 45.

Испытания проводились с одноразовым нанесением смазочного материала. Данные условия позволяют значительно сократить время приработки испытываемых образцов.

На основе выполненного анализа было установлено, что нанесение на поверхность нижнего образца покрытия снижает коэффициент трения при нагрузке 9,81 Мпа с 43 на чистых образцах до 37 на деталях с покрытием, т.е. на 14 %.

На обработанных данным способом образцах отмечена повышенная способность к удержанию смазки, что, по всей вероятности, должно способствовать увеличению износостойкости деталей машин и механизмов.

При нанесение медного покрытия на поверхность нижнего образца при нагрузке 39,23 Мпа и 68,65 Мпа наблюдаемое снижение коэффициента трения по сравнению с чистыми образцами составляет соответственно 18% и 21%.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования показали, что с увеличением удельной нагрузки возрастает эффективность работы исследуемого металлоплакирующего покрытия, которая, по всей видимости, достигнет своего максимума в экстремальных условиях эксплуатации художественных и промышленных изделий из конструкционных материалов.

На основе комплексного исследования были предложены металлоплакирующие технологии: введение металлоплакирующих составляющих компонентов к рабочим смазочным материалам и нанесение металлсодержащих покрытий фрикционной обработкой в металлсодержащей технологической среде [7].

Проводимые исследования показали, что необходимые условия для формирования трущихся поверхностей с заданными высокими эксплуатационными свойствами можно обеспечить на каждом этапе работы машин и механизмов путем использования методов, основанных на применении нанотехнологий металлоплакирования:

- на этапе изготовления – методом финишной безобразивной обработки в металлоплакирующих средах;

- на этапе технологической обкатки – применением металлолакирующих обкаточных сред.

Режим металлолакирования может быть обеспечен не только при трении деталей из железоуглеродистых сплавов, но и из медных сплавов, алюминиевых сплавов, в различных их сочетаниях, а также в тех случаях, когда одна из деталей выполнена из неметалла или металла, на котором образование защитной пленки другими способами невозможно.

Технология нанесения высококачественных покрытий газодинамическим методом успешно применяется на десятках предприятий при проведении широкого спектра монтажных, ремонтных и реставрационных работ. Этот способ предотвращает заедание деталей в силовых резьбовых соединениях, обеспечивает защиту от высокотемпературной коррозии и восстанавливает исходные геометрические параметры изделий [1].

В разработанных технологиях рабочими компонентами являются частицы вещества, размеры которых лежат в области нанометрии и возможность взаимодействия на наномолекулярном уровне во многом определяет получение новых свойств.

Именно благодаря своим наноразмерам полученные структуры обладают свойствами нанокорректоров. Они способны компенсировать, образующийся в процессе изнашивания дефицит материала на поверхности детали.

Формирование поверхностного слоя детали происходит не за счет удаления (изнашивания) основного материала детали, а за счет «безотходной сборки» защитного нанослоя из отдельных атомов и молекул.

Предварительные испытания материалов на износостойкость в течение 50 часов показали, что применение композиционных покрытий с использованием наночастиц повышает износостойкость до 1,5 раза [2].

Предлагаемые технологии позволяют повысить ресурс изделий из конструкционных материалов, существенно сократить время исполнения ремонтно-восстановительных работ, повысить их качество при снижении себестоимости.

#### **Список использованных источников:**

1. Голубев А.П., Корнеев А.А. Исследование возможности формирования многофункциональных покрытий газодинамическим напылением // Информационно-технологический вестник №4 (14). 2017. С. 191-199.

2. Голубев А.П., Корнеев А.А. Разработка и применение перспективных методов инженерии поверхностей деталей машин с использованием информационных технологий // Сборник научных трудов 3-й межвузовской научно-технической конференции с международным

участием «Эволюционные процессы информационных технологий». Научноград Королев, ООО «Научный консультант», Москва, 2018, С.104-108.

3. Инновационные производственные технологии для малых предприятий: процессы, инструменты и устройства/ В.Ф. Абрамов, Е.В. Андриенков, В.В. Афанасьев, А.Г. Бурмистров, А.П. Голубев, С.В. Еремеев, А.П. Жихарев, А.Н. Зайцев, Г.П. Зикеев, Е.А. Кирсанова, А.С. Козлов, А.А. Корнеев, С.К. Кузин, В.Н. Лохманов, А.К. Прокопенко, С.В. Родэ, В.Н. Соколов, М.В. Федоров/ под. Ред. Профессора В.С. Белгородского // М.: РИО МГУДТ. 2011. 149 с.

4. Прокопенко А.К., Голубев А.П. Модернизация автоматизированного мобильного комплекса для испытаний материалов механических систем в режиме металлоплакирования // Научно-технический и теоретический журнал «Электротехнические и информационные комплексы и системы» № 3, т.8, 2012. С. 37-45.

5. Прокопенко А.К., Корнеев А.А., Голубев А.П. Разработка методики ускоренных испытаний защитно-декоративных покрытий на истирание // Материалы XI Международной научно-практической конференции Вузов России. Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. 2019. С. 358-361.

6. Теоретические основы повышения ресурса оборудования и режущего инструмента предприятий легкой промышленности плакирующими нанотехнологиями/ А.П. Голубев, А.К. Прокопенко, В.И. Беляев // М.: РИО МГУДТ. 2014. 97 с.

7. Финишная антифрикционная обработка деталей узлов трения машин/ А.А. Корнеев, А.К. Прокопенко, А.П. Голубев, С.А. Терешкин. – Москва. РИО МГУДТ, 1915. 98 с.

© Голубев А.П., Бельшева А.Р., 2020

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

**Иванов И.С.**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва  
(e-mail: ivanov-is@rguk.ru )*

**Аннотация:** в статье рассматриваются современные технологии художественной обработки материалов. Показано, что для получения сложных по форме объемных поверхностей художественных изделий применяют технологии обработки на станках с числовым программным управлением. Основными особенностями обработки художественных изделий на станках с ЧПУ являются тщательный подбор материала заготовки и ее рациональные размеры с минимальными припусками, а также установление рациональных режимов обработки для каждого конкретного материала, так как они в большей степени определяют качество обработанной поверхности и производительность технологического процесса.

**Ключевые слова:** технология, художественная обработка, материалы.

Художественная обработка материалов в промышленном масштабе начала формироваться в России в XVII в. Она существует и сегодня. Для изготовления изделий художественного назначения применяют различные материалы: начиная от древесины, фанеры, металла, оргстекла и заканчивая композиционными материалами. Основные способы обработки, например, металла следующие: литье, ковка, чеканка, скань, чернение, гравирование, инкрустация или насечка, эмаль (финифить), выемочная эмаль, перегородочная эмаль, ажурная (оконная) эмаль, эмаль по высокому чеканному рельефу, роспись эмали, штамповка, накатка, травление, гальванопластика, монтировка, отделка изделий и обработка резанием. Многие из перечисленных видов обработки металлов присущи и другим материалам, особенно обработка резанием.

Для получения сложных по форме объемных поверхностей художественных изделий применяют технологии обработки на станках с числовым программным управлением [3].

Обработка резанием выполняется на токарно- и фрезерно-копировальных станках, гравировальных станках и др. Станки с ЧПУ обладают гибкостью и универсальностью присущей универсальным станкам и точностью и производительностью присущей станкам автоматам. Основным условием эффективного использования станков с ЧПУ является рациональный подбор номенклатуры деталей, подлежащих изготовлению на этих станках [2].

Выбор режимов обработки является комплексной технико-экономической задачей, решение которой заключается в определении режимов, обеспечивающих минимальные затраты на обработку при заданных механических ограничениях. Эффективность использования станков с ЧПУ в определенной мере определяется выбором рациональных режимов, обеспечивающих увеличение надежности и производительности. Увеличение производительности можно достичь за счет сокращения машинного времени, за счет увеличения скорости подачи режущего инструмента, глубины резания при черновой обработке, ширины резания. Однако увеличение вышеперечисленных параметров также зависит от вида обрабатываемого материала. Так при фрезеровании алюминия на больших скоростях происходит «забивание» фрезы стружкой. Это объясняется тем, что при резании алюминия образуется длинная и вязкая стружка, которая наматывается на рабочий инструмент и образует цилиндр вокруг фрезы. Это может привести к поломке фрезы и даже к поломке ЧПУ станка. При фрезеровании алюминия на невысоких режимах обработки происходит прилипание стружки к фрезе, что требует постоянной очистки ее. Кроме того следует учитывать, что свойства алюминия широко меняются в зависимости от состава используемого сплава. При фрезеровании алюминия требуется большая осторожность, так как его поверхность чувствительна к появлению рисок, влиянию задигов. Поэтому требуется особая оснастка и специализированные программы для ЧПУ фрезерования.

При фрезеровании древесины она должна быть тщательно подготовлена. Ведь если внутренние слои будут иметь иную влажность, чем внешние, то готовое изделие с течением времени покрывается трещинами и покоробится. Кроме того, необходимо правильно подбирать инструмент, его заточку и режимы обработки в зависимости от свойств конкретной заготовки. Для повышения производительности обработки необходимо увеличение скорости резания, однако, при этом на поверхности изделия образуется ворс и отдельные задиры и сколы. Увеличение глубины резания приводит к росту нагрузки на фрезу, повышает ее износ.

Повышение надежности обработки при работе на предельных значениях глубины резания и скорости резания может быть достигнуто за счет устранения технологических перегрузок, возникающих в момент врезания и схода инструмента. Системы ЧПУ позволяют автоматически уменьшать подачу в момент врезания инструмента в материал заготовки.

Работы проведенные на кафедре технологии художественной обработки материалов показывают, что особенностями обработки художественных изделий на станках с ЧПУ являются:

- тщательный подбор материала заготовки и ее рациональные размеры с минимальными припусками;
- установление рациональных режимов обработки для каждого

конкретного материала, так как они в большей степени определяют качество обработанной поверхности и производительность технологического процесса.

Перспективными технологиями в художественной обработке материалов является применение лазеров. С помощью лазеров можно производить сварку материалов, плохо поддающихся сварке другими методами (вольфрам с алюминием, медь со сталью, бериллиевая бронза с другими сплавами). Также с помощью лазеров можно производить термическую обработку и поверхностное упрочнение материалов. Особенностью этих видов обработки является возможность избирательно увеличивать прочность именно тех участков поверхности деталей, которые в наибольшей мере подвергаются износу. Широкое применение лазеры нашли при резке различных материалов и вырезании из них различных изделий. На кафедре технологии художественной обработки материалов имеется несколько лазеров разной мощности и размера. В основном они используются для разрезания древесных материалов (фанеры) и вырезании из них различных элементов для сборки художественных изделий. Также данные лазеры используются для гравирования. В настоящее время в промышленности имеются целые автоматизированные комплексы для лазерной резки листовых материалов, а также автоматизированные лазерные технологические комплексы для термоупрочнения, наплавки, сварки и т.д.

Большую перспективу представляют применение аддитивных технологий в художественной обработке материалов [1]. Это послойное наращивание и синтез объекта с помощью компьютерных 3D-технологий. На кафедре технологии художественной обработки материалов имеется 3D-принтер, позволяющий моделировать и изготавливать художественные изделия из полимеров и пластмасс.

#### **Список использованных источников:**

1. Тарасова Т.В. Аддитивное производство. М.: ИНФРА-М, 2019.
2. Иванов И.С. Технология машиностроения. Учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2016.
3. Марголит Р.Б. Эксплуатация и наладка станков с программным управлением и промышленных роботов. М.: Машиностроение, 1991.

© **Иванов И.С., 2020**

# ПРИМЕНЕНИЕ РЕМОНТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ЖКХ

Корнеев А.А., Иванов В.А.\*

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва*

*\*ООО «ЕМК Сервис»*

*(e-mail: vso3@yandex.ru)*

**Аннотация:** Проведена оценка состояния и причины возникновения дефектов при эксплуатации оборудования ЖКХ в Российской Федерации. Показана целесообразность проведения восстановления оборудования ремонтными композиционными материалами.

**Ключевые слова:** оборудование ЖКХ, ремонтно-восстановительные работы, ремонтный композиционный материал, технология, дефекты оборудования ЖКХ.

В Российской Федерации во многих регионах жилищно-коммунальный комплекс находится в плачевном состоянии. Деятельность предприятий в этой сфере характеризуется высокими затратами, отсутствием экономических стимулов снижения издержек на производство услуг, неразвитостью конкуренции. Все это приводит к высокой степени износа основных фондов, неэффективной работе предприятий, большим потерям ресурсов.

Оценочные данные физического износа основных фондов ЖКХ, в целом по России представлен на рисунке 1 (по данным Росстата).

Как видно из гистограммы, степень износа объектов коммунального хозяйства достигает 70 %, при этом темпы нарастания износа составляют 1,5–3% в год [2].

Статистика показывает, что основная масса аварий происходит из-за коррозии трубопроводов, разрыва сварных швов, просадки опор, разрушения компенсаторов, арматуры, фланцевых и сальниковых уплотнений. От плохого содержания сетей и нарушения режимов эксплуатации аварии возникают вследствие замерзания воды в трубопроводах и дренажных устройствах. Частые аварии происходят в результате образования сквозных свищей, вызванных в 90% случаев разрыва труб наружной коррозией. В местах разрыва труб утонение толщины стенок доходит до 0,5–1 мм. Коррозия возникает в местах, где имеется доступ влаги к поверхности труб: при контакте с грунтом, со стенами камер и каналов, в опорных конструкциях. В каналах и камерах коррозию вызывает капель с перекрытий и холодных люков, затопление низа изоляции грунтовой водой. Коррозия – это скрытый процесс, поэтому ее профилактика заключается в регулярной проверке состояния изоляции, каналов и других элементов трубопроводов, от неисправности которых

может возникнуть коррозия.

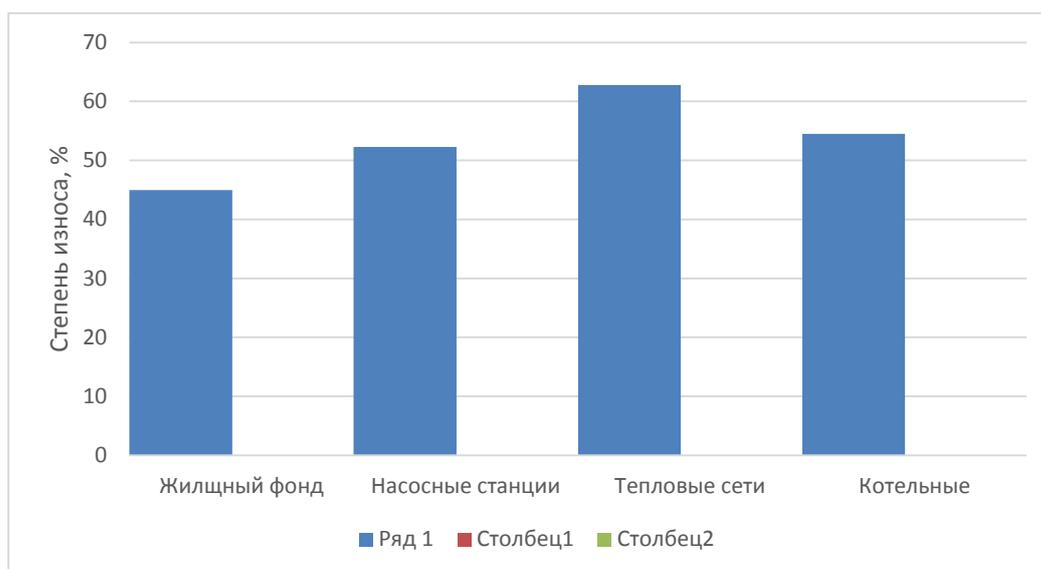


Рисунок 1 – Оценочные данные физического износа основных фондов ЖКХ в РФ

Поэтому важным направлением в сфере ЖКХ является внедрение ресурсосберегающих технологий восстановления и модернизации оборудования. Все чаще стали применяться ремонтные композиционные материалы, обладающие высокими физико-техническими характеристиками и универсальностью применения. Их использование в качестве соединительных элементов, а также в ремонтных целях позволяет заменить традиционные методы соединений (сварка, пайка, клепка и т.п.) новыми технологическими процессами – склеиванием, формованием и заделкой дефектов с помощью металлополимерных и анаэробных материалов. Эти материалы обладают следующими достоинствами [1]:

- высокая технологичность и простота приготовления смеси, вследствие чего не требуется длительного обучения пользователя;
- возможность проведения ремонта в полевых и производственных условиях без подвода энергии;
- возможность выполнения ремонта в неудобных и труднодоступных местах; – сокращение сроков ремонта в 2–10 раз;
- возможность проведения срочного (аварийного) ремонта в течение короткого времени (3–4 мин.) с помощью ремонтных материалов ускоренного отверждения;
- восстановление фрагментов деталей без применения специальной оснастки и инструмента;
- возможность соединения разнородных материалов между собой в различных сочетаниях;
- увеличение срока эксплуатации восстановленных и отремонтированных объектов 2–17 раз;

- проведение ремонта без демонтажа или с минимальным демонтажем оборудования.

Материалы для восстановления оборудования сферы ЖКХ включают в себя металлополимеры универсальные, антифрикционные, керамические, защитные антикоррозионные и противоизносные покрытия, а также анаэробные фиксаторы, анаэробные уплотнители, смазочные «материалы», очистители и другие сервисные и сопроводительные материалы.

Номенклатура используемых и перспективных ремонтных композиционных материалов представлена на рисунке 2.

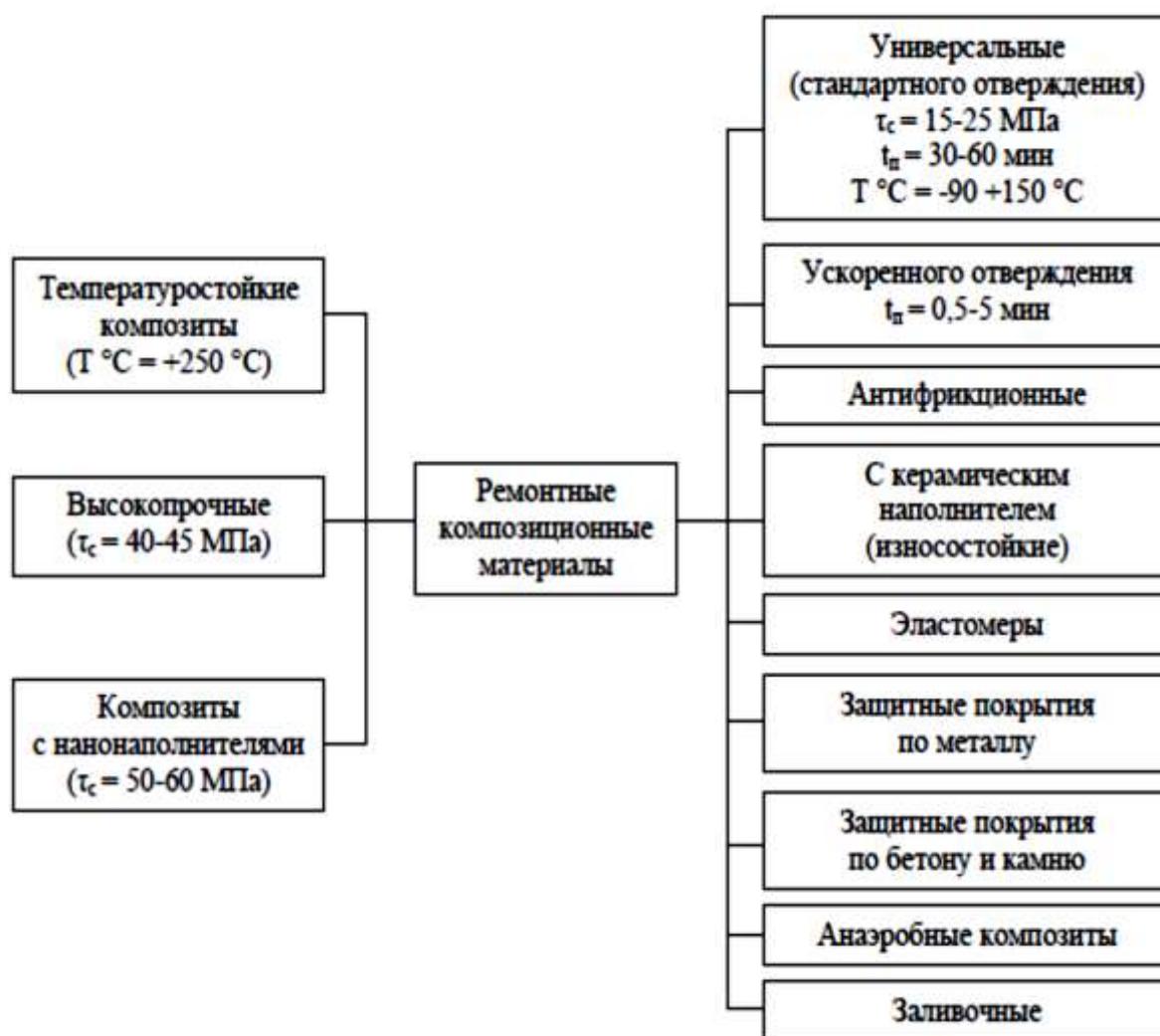


Рисунок 2 – Номенклатура используемых и перспективных ремонтных композиционных материалов

Рациональное использование физико-химических свойств ремонтных композиционных материалов позволяет снизить трудоемкость ремонта на 20%, себестоимость работ – на 15–20%, сократить расход металлов на 40–50%. Это обусловлено тем, что подобная технология не

требует сложного оборудования и высокой квалификации работающих, позволяет производить ремонт без демонтажа, а также соединений, которые, с точки зрения безопасности, трудно и опасно отремонтировать традиционными способами [3].

При этом можно выделить следующие проблемы внедрения ремонтных композиционных материалов в практику ремонта оборудования ЖКХ [4]:

- отсутствие стимулов перехода на новые материалы и технологии;
- сложность процедуры согласования изменений НТД заводоизготовителей оборудования;
- отсутствие подготовленных специалистов;
- недостаточное количество справочной литературы по применению ремонтных композиционных материалов.

#### **Список использованных источников:**

1. Гончаров А.Б., Корнеев А.А., Тулинов А.Б. Технология применения ремонтных композиционных материалов для восстановления систем жизнеобеспечения жилищно-коммунального хозяйства Справочное пособие. Москва, 2009. 66 с.

2. Тулинов А.Б., Иванов В.А. Возможности устранения дефектов теплофикационного оборудования композиционными материалами//Сервис в России и за рубежом. 2013. № 1 (39). С. 162-173.

3. Тулинов А.Б., Корнеев А.А., Гончаров А.Б., Казанов Ю.Н. Прогрессивные технологии ремонта оборудования теплосетей с использованием композиционных материалов// Новости теплоснабжения. 2005. № 1. С. 14-18.

4. Холодников Ю.В., Боярских Г.А. Выбор стратегий ремонта и модернизации технологического оборудования с применением композитов// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 2. С. 189-196.

© Корнеев А.А., Иванов В.А., 2020

# ЭВОЛЮЦИЯ ЭСТЕТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ: ИСТОРИЧЕСКИЙ ЭКСКУРС

**Никонов В.В.**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва  
(e-mail: v-niko@yandex.ru)*

**Аннотация:** на примере ключевых этапов истории дизайна в докладе рассматривается эволюция понимания эстетической самооценности конструкционных материалов.

**Ключевые слова:** дизайн, конструкционные материалы, архитектура, эстетика.

Постепенное принятие обществом эстетической самооценности материалов дизайна и архитектуры явно прослеживается с момента перехода к индустриальному обществу.

Вспомним, что критика ряда эстетических идеалов прошлого, а именно навязчивой и излишней декоративности, и утверждение прямой взаимосвязи эстетики и функционализма, провозглашенная Уильямом Хоггартом в его работе «Анализ Красоты» (Analysys of Beauty) 1753 г. не теряют актуальности по сей день.

Истоки привычного нам понимания красоты материала и основополагающей связи его свойств и функции предмета следует искать именно в период промышленной революции.

Одним из первых изделий массового промышленного производства, в котором простота, удобство и эстетичность были достигнуты за счет технологии, понимания и открытости материала, можно считать тонкостенные литые чугузки Абрахама Дерби. Изделия его предприятия в Коулбрукдейле, такие как: паровой локомотив Puffing Devil Ричарда Третвика, его же паровоз Coalbrookdale, или более поздний паровоз Дж. Стефенсона «Ракета», являются яркими примерами понимания красоты материала, при полноценном использовании его технических свойств. Сегодня интерес к заданной в то время эстетике металлических конструкций сохраняется и творчески пересматривается в таком направлении дизайна, как «стимпанк».

Ярким примером применения эстетики металла в монументальных сооружениях стал мост через реку Северн Iron Bridge [1]. Он был изготовлен на предприятии Coalbrookdale близ Телфорда по проекту Томаса Притчарда и установлен в 1777-1779 гг. Украшательство, декоративность при проектировании моста были сведены к минимуму. Таким образом закладывалась основа для формирования современных нам стилей архитектуры и дизайна, опирающихся на стремление подчеркнуть красоту материалов в их натуральном виде.

Отдельным этапом, вехой в развитии стилеобразования в его актуальном понимании стал т. н. «Хрустальный дворец» Джозефа Пакстона, возведенный в сжатые сроки для Всемирной выставки в Лондоне 1851 г. Не будучи ни инженером, ни архитектором, Джозеф Пакстон положил начало не только технологии быстровозводимых сборных конструкций, но и ряду стилевых направлений архитектуры и дизайна. Его оранжереи в Девоншире, в частности Дом лилий (Lily House), можно смело назвать началом бионического дизайна [2]. В целом же, конструкции Пакстона из металла, стекла и дерева по своей стилистике и отношению к материалу можно отнести к протомодернизму.

Однако эстетика материала и формообразование на основе этой эстетики проявили себя не только в монументальных конструкциях, но и, как в случае с чугуном Дерби, в товарах повседневного обихода. Одним из первых ярких произведений, и сегодня выглядящим актуально, является Ромбовидный чайник Кристофера Дрессера [4].

Сам Дрессер определил вектор развития дизайнерской мысли в направлении «искусство для промышленности». В его проектах ставка делается на рационализм и естественную красоту предметов массового производства.

Это принцип, следование которому сделало дизайн Петера Беренса для концерна AEG хрестоматийным. Турбинный завод AEG (конструкция из бетона и стекла с дугообразными стальными перекрытиями), построенный в 1909 г., стал одним из первых зданий в мире, определившим современные тенденции архитектуры и дизайна. Бытовые приборы, спроектированные Беренсом, лишены маскировки металла, его излишнего «облагораживания». Лишь некоторые изделия, в частности электрические чайники, иронично имитируют ручную чеканку, как бы очеловечивая строгий и стилистически универсальный металлический предмет.

Индустриализация позволила производствам выделить и стандартизировать, сделать приятными для восприятия потребителя эстетические свойства материала. И чем совершеннее становились технологии и производства тем актуальнее становился знаменитый лозунг Адольфа Лооса – «орнамент — преступление».

Авторитет крупных производств и популярность их продукции в начале XX в. сняли вопрос о спорности использования конструкционных материалов в их «первозданном» виде. Теперь и в дизайне и в архитектуре появилась возможность обратиться к чистому формообразованию, как это было сделано идеологами русского конструктивизма [3].

Павильон СССР на Международной выставке современных декоративных и промышленных искусств в Париже (1925), авторства К. Мельникова, не только произвел сенсацию в международных профессиональных кругах того времени, но стал классическим

произведением архитектуры, определившим ее развитие, также, как и стилистическое развитие дизайна, на долгий период.

Одним из лозунгов конструктивизма было движение к созданию т. н. «производственного искусства», плотной связи новаторской эстетики с производством, в том числе с раскрытием новых граней пластики материалов, что отчасти нашло воплощение в деятельности ВХУТЕМАС.

Баухаус приобрел большую известность, чем ВХУТЕМАС/ВХУТЕИН, и также (хотя и не сразу, и не всегда успешно) ориентировался на массовое производство. Здесь мы должны отметить одно из самых известных произведений предметного дизайна, кресло «Василий» М. Брейера, в котором использовались гнутые стальные трубки. Стальные трубки использовали в своих проектах мебели и Ле Корбюзье, и Мис ван дер Роэ, и М. Стам. Эта технология не теряет своей актуальности и сегодня.

В связи с этим, стоит отдельно коснуться темы проектирования мебели, как области дизайна в которой новаторские идеи работы с материалами проявляются наиболее ярко и понятно не только для профессионалов, но и для массового потребителя.

Знаменитый шезлонг Ч. Имза, имеющий гибкое амортизирующее крепление, производится и сегодня и не теряет своей актуальности. Именно Ч. Имз, одним из первых при проектировании мебели, применял не только формованную слоеную древесину, фанеру (как и А. Аалто или Д. Саммерс), но и стеклопластик, а в последствие и литой алюминий. Здесь же отметим достижения П. и Э. Смитсон, которые использовали оргстекло в сочетании с металлом (стул Pogo). Если в 1933 г. О. Хаасом был запатентован вид пластика Plexiglass, понятным воплощением которого стало кресло Ж. Пруве, то уже в 1939 г. фирмой Rohm & Haas был разработан прозрачный плексигласовый кузов автомобиля Pontiac Delux Six. Наконец, Р. Дэй создал из полипропилена классическую модель штабелируемого дешевого стула, а в 1968 г. В. Пантон проектирует стул из формованного полиэстера с арматурой из стекловолокна, полностью лишенный крепежей. Конечно отдельного разговора заслуживает такой материал как бакелит, свойства которого определили тенденции дизайна XX в.

Итак, мы видим что развитие дизайнерской мысли к середине XX века позволяло рассматривать появлявшиеся новые материалы и технологии с позиции эстетической привлекательности практически в момент их появления.

Разработка продукции для армии интересна тем, что здесь технологии превалируют над дизайном, подчиняя его себе. Вторая мировая война дала такие примеры эстетического осмысления материалов, как: штампованная немецкая канистра WWII, конструкция которой не теряет актуальность и сегодня; стальные оцинкованные конструкции

«Димаксион» Р. Фуллера, предназначенные для мобильного размещения воинского контингента; носилки и лонгеты из прессованной фанеры Ч. и Р. Имзов; наконец, танк Т-34 и автомат Калашникова.

Мы видим, что за сравнительно небольшой в историческом масштабе срок развитие технологий и принятие самобытности и эстетики материалов позволило совершить большое количество значимых прорывов дизайне и массовом производстве.

Современные технологии не только помогают выявлять новые качества привычных вещей, но и определяют появление принципиально новых материалов. С одной стороны, это открывает невероятные возможности для развития дизайна; с другой - мы можем столкнуться с проблемой несовпадения темпов развития эстетики и технологии. Время покажет, на каком этапе современные технологии и материалы приведут к принципиально новым стилистическим, эстетическим решениям.

#### **Список использованных источников:**

1. Брызгов Н.В., Жердев Е.В. Промышленный дизайн: история, современность, футурология. - М.: МГХПА им. С. Г. Строганова. 2015. С. 211 – 370.
2. Калиничева М.М., Жердев Е.В., Новиков А.И. Научная школа эргодизайна ВНИИТЭ. Предпосылки, истоки, тенденции становления. - М.: ВНИИТЭ. 2009. С. 128 – 235.
3. Суджич Д. В как BAUHAUS. Азбука современного мира; пер. с англ. А. Зайцевой. -М.: Strelka Press, 2017. - С. 24 – 166.
4. Филл Ш., Филл П. История дизайна; пер. с англ. С. Бовина. -М.: Издательство КоЛибри, «Азбука-Аттикус», 2014. 512 с.

© Никонов В.В., 2020

## ДЕКОРИРОВАНИЕ ФАРФОРОВЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ДО ПРОМЫСЛЫ ВЕРБИЛОК»

**Никонов В.В., Кузнецова Е.В.\***

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва*

*\* ООО «ДО Промыслы Вербилки»*

*(e-mail: v-niko@yandex.ru )*

**Аннотация:** в работе рассмотрен опыт применения различных видов декорирования фарфоровых изделий с учетом условий развития конкретного предприятия на современном этапе.

**Ключевые слова:** фарфор, способы декорирования фарфора, надглазурные краски, подглазурные краски, люстровые краски, препараты благородных металлов, соли металлов, Вербилки.

Ценность фарфора, проходящего обжиг в газовой среде, определяется в первую очередь белизной и просвечиваемостью черепка. Понимание этого приводит нас к выводу о деликатности нанесения декора на лишенное дефектов фарфоровое изделие. Современные производители качественного фарфора (например LENOX, HAVILAND...), отличающегося высокими характеристиками черепка, все чаще сводят к минимуму декор изделий [1, 2].

Тем не менее, традиционный набор способов и методов декорирования фарфора не теряет своей актуальности, а в условиях отечественного производства, серьезно уступающего как европейским, так и азиатским конкурентам, способен повысить ценность изделия, не относящегося по своим техническим характеристикам к премиальному сегменту.

В зависимости от видов и целей декора применяются краски следующих видов: надглазурные, подглазурные, внутриглазурные [3]. В свою очередь, каждый вид красок имеет внутривидовую классификацию. Так, к материалам для надглазурного декорирования относятся также препараты благородных металлов и люстровые краски, представляющие собой растворы органических соединений металлов. Для подглазурной росписи применяют подглазурные высокотемпературные краски. Как правило это оксиды кобальта, хрома, соединения железа, никеля, марганца, титана и др, а также водные растворы солей тяжелых металлов (как правило нитраты или хлориды). Отдельное место занимает использование деколей разных видов.

На ООО «ДО Промыслы Вербилки», входящего в состав предприятий «Мануфактуры Гарднер», столкнулись с рядом проблем декорирования изделий в период, который во многом можно характеризовать как кризисный.

Если на Дмитровском фарфоровом заводе, правопреемником

которого являются «Мануфактуры Гарднер», спектр приемов декорирования был достаточно широк (при превалировании надглазурного декора), то на сегодняшний день традиционная ручная роспись надглазурными красками, наряду с использованием препарата жидкого золота, является практически единственным способом декорирования изделий, применяемых на фабрике.

Несомненно, применение такого способа декора дает возможность получить высокохудожественные изделия, но он же является наиболее затратным с позиции себестоимости продукции и требует высокой квалификации исполнителей. В современных условиях этот способ декорирования представляется логичным в первую очередь по отношению к изделиям премиального, дорогостоящего сегмента.

За сравнительно небольшой период нами был разработан ряд изделий, относящихся к сегменту сувенир-подарочной продукции, имеющей обширную скульптурную составляющую. Надглазурная роспись в этом случае зачастую выглядит излишней, требует значительных затрат. В связи с этим, нами было предложено восстановление традиции использования водных растворов солей тяжелых металлов. Явные преимущества их применения для продукции с низкой себестоимостью заключаются в следующем:

1. Снижается количество обжигов (утельный, политой);
2. Снижаются требования к квалификации исполнителя, т. к. процесс обучения декорированию конкретных изделий возможен в сжатые сроки, а сам производственный процесс сводится к механическому повтору привычной операции;
3. Солевые растворы подчеркивают фактуру изделия, имитируют естественные, природные цвета, не скрывают достоинства изделия и материала.

Поясним, что здесь речь идет в первую очередь о мелких изделиях, своей фактурой имитирующих природные материалы, например бересту, дерево и проч., а также о мелкой пластике с тонкой проработкой деталей.

Предварительные расчеты показали, что применение солей для декора таких изделий позволяет снизить их себестоимость в 5-10 раз. В зависимости от характеристик изделия.

Традиционно люстровые краски используют при декорировании фарфора довольно ограниченно. Тем не менее, существует определенный ассортимент изделий для которого выявление качественных показателей фарфора как материала не принципиально. В тоже время, рынок показывает интерес потребителя к керамическим изделиям, декорированным цветными, художественными, потечными глазуриями, которые при изготовлении твердого фарфора не используются (редко применяют цветные глазури определенного спектра). Такие глазури используются в основном при изготовлении декоративной керамики. Мы

приняли решение использовать художественные свойства люстровых красок в двух направлениях. Так, разработанная нами скульптура «Белый медведь» (авт. В. Никонов) практически не декорируется. Черная надглазурная краска используется для окрашивания носа и глаз скульптурного изображения, а отводка люстром имитирует воду под льдиной, на которой стоит медведь. Тонкая отводка люстром здесь призвана усилить декоративный эффект скульптуры. Роспись такого изделия проводится в один этап, что положительно сказывается на себестоимости изделия и уменьшает риск брака.

Для экспериментов с обширным использованием люстровых красок мы взяли детализированную скульптуру «Петушок» (авт. В. Никонов) и вазочку «Гранат» (авт. В. Никонов). Вазочка, которая в несколько стилизованном варианте имитирует плод граната, полностью (за исключением внутренней поверхности) декорируется пурпурным люстром; в другом варианте она остается совсем без декора. Скульптуру «Петушок» мы декорировали имитируя эффектные потечные глазури, применяемые в ряде керамических производств. Имитация проводилась при помощи «случайного» нанесения люстровых красок разных цветов широкой кистью на изделие. При этом потеки краски, наложения цветов, не только не исправлялись, но подчеркивались. Результат можно считать положительным, т. к. продажи этих изделий существенно выросли, по сравнению с этими же изделиями, но в традиционном надглазурном декоре. Главное, при усилении художественного эффекта мы в несколько раз снизили себестоимость изделий.

Надо отметить, что подобный способ декорирования изделий позволяет скрыть ряд дефектов глазурования или дефектов в результате обжига, повышая таким образом сортность изделия.

Сегодня мы ставим перед собой задачу расширить спектр цветных масс и в полной мере возродить применение кобальтовой подглазурной краски в традициях завода в Вербилках.

#### **Список использованных источников:**

1. Блех Р., Глейхманн А. Технология тонкой керамики. Пер с нем./Под ред. В.В. Коробкиной. Л.А. Визир. - М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983. С. 119-162
2. Французова И.Г. Общая технология производства фарфоровых и фаянсовых изделий бытового назначения - М.: Высшая школа. 1991. - 192с.
3. Хладек И., Сова Л., Тругларжовски З. Декорирование фарфоровой посуды. Пер с чешского/Под ред. Н.Н. Колосовой. - М.: Легпромбытиздат. 1990. - 160 с.

© Никонов В.В., Кузнецова Е.В., 2020

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

**Прокопенко А.К., Еремеев С.В.\***

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва*

*\*ООО НПЦ «Грань»*

*(e-mail: prokopenko-ak@rguk.ru)*

**Аннотация:** в настоящей статье рассмотрены основные характеристики и возможности использования при производстве изделий художественного и промышленного назначения физических методов нанесения металлических защитных покрытий.

**Ключевые слова:** газотермические технологии нанесения покрытий, холодное газодинамическое напыление металла.

Покрытие поверхности изделия металлами и сплавами для сообщения физико-химических и механических свойств, отличных от свойств металлируемого (исходного) материала получило название металлизация. Металлизацию применяют для защиты изделий от коррозии, износа, эрозии, в декоративных и др. целях. По принципу взаимодействия металлируемой поверхности (подложки) с наносимым металлом различают металлизацию, при которой сцепление покрытия с основой (подложкой) осуществляется механически - силами адгезии и металлизацию, при которой сцепление обеспечивается силами: с образованием диффузионной зоны на границе соприкасающихся поверхностей, за пределами которой покрытие состоит из наложенного слоя металла или сплава, и с образованием диффузионной зоны в пределах всего слоя.

В промышленности широкое распространение получила технологии газотермического напыления [1].

При газопламенном напылении проволокой или стержнями распыляемый материал непрерывно подаётся в центр ацетилен-кислородного пламени и там оплавляется. С помощью распыляющего (диспергирующего) газа, например, сжатого воздуха или азота, расплавленные капли выдуваются из зоны плавления и ускоряются в направлении подготовленной детали. Газопламенное напыление проволокой является одним из самых распространенных способов с очень высоким качеством покрытия.

Максимальная температура пламени – 3160<sup>0</sup>С, скорость потока – 200 м/с; производительность – 6...8 кг/час.

При газопламенном напылении порошком порошкообразные частицы напыляемого материала плавятся или оплавляются в ацетилен-кислородном пламени и с помощью расширяющегося горючего газа ускоряются в направлении подготовленной поверхности детали. Если

требуется, то для ускорения порошка можно использовать ещё дополнительный газ (например, аргон или азот).

Существует более 100 различных порошковых материалов. Среди порошков различают самофлюсующиеся и терморреагирующие порошки. Для самофлюсующихся обычно требуется дополнительная термообработка оплавлением ацетилен-кислородной горелкой.

Терморреагирующие порошки используют для подслоя, увеличивающего прочность сцепления покрываемой поверхности и основного покрытия. Терморреагирующими их называют в связи с тем, что исходная частица состоит из двух «склеенных» частичек разнородных материалов, которые при нагревании в газовой струе вступают в реакцию образования интерметаллида с выделением тепла, например, Ni-Al и Al-Fe. Максимальная температура пламени  $3160^{\circ}\text{C}$ , скорость потока – до 50 м/с; производительность - 1...6 кг/час.

При детонационном напылении нанесение покрытия происходит периодически с помощью детонационной пушки, которая состоит из выходной трубы, на конце которой находится камера сгорания. В неё вводится газопорошковая (ацетилен-кислород-порошок) смесь, поджигающаяся искрой.

Образующаяся в трубе ударная волна ускоряет напыляемые частицы. Они нагреваются в фронте пламени, ускоряются до высоких скоростей в направлении подготовленной детали. После каждой детонации производится очистка камеры и трубы азотом. Очень высокое качество покрытий оправдывает во многих случаях высокие финансовые расходы. Максимальная температура пламени  $3160^{\circ}\text{C}$ , скорость потока – до 600 м/с; производительность - 3...6 кг/час.

При плазменном напылении порошок внутри или снаружи плазменного пистолета плавится плазменной струёй и ускоряется в направлении покрываемой детали. Плазма генерируется электрической дугой, горящей в аргоне, гелии, азоте, водороде или их смеси. При этом происходит диссоциация и ионизация газов, они приобретают высокую скорость на выходе, и при рекомбинации отдают своё тепло напыляемым частицам.

Электрическая дуга горит между центральным катодом и водоохлаждаемым анодом. Этот способ используется при нормальной атмосфере, в защитном газе (например, аргоне), в вакууме и под водой. При соответствующем профилировании сопла возникает также сверхзвуковая плазма. Максимальная температура пламени  $20000^{\circ}\text{C}$ , скорость потока – до 450 м/с; производительность -4...8 кг/час.

При лазерном напылении порошок вводится в лазерный луч через соответствующее сопло. Лазерным лучом порошок и малая часть подложки (микроны) плавятся и металлургически соединяются. Для защиты сварочной ванны служит защитный газ. Максимальная температура

пламени 10000<sup>o</sup>C, скорость потока – до 1 м/с; производительность - 1...2 кг/час.

При электродуговой металлизации две проволоки одинаковые или разные по составу плавятся электрической дугой, горящей между ними, и распыляющим (диспергирующим) газом, например, воздухом ускоряется в направлении покрываемой детали. Электродуговая металлизация процесс напыления с высокой производительностью, но пригоден только для распыления электропроводящих материалов. Перспективным является использование термореагирующих порошковых проволок. При использовании при распылении азота или аргона окисление материалов не происходит.

При газотермической обработке в качестве покрытий используют широкий спектр материалов : алюминий и его сплавы; медь и ее сплавы с оловом, цинком и никелем; молибден; хромоникелевую сталь.

Вышеперечисленные газотермические методы универсальны и поэтому могут с большой эффективностью применяться на всех уровнях производства – от заводов до передвижных ремонтных мастерских. Универсальность и эффективность определяются следующими принципиальными особенностями газотермического напыления:

- возможностью нанесения покрытий из самых различных материалов – цветных металлов и сталей, сплавов и интерметаллидов, соединений, органических веществ или композиций на их основе;
- возможностью нанесения покрытий на различные материалы – металлы, пластмассы, стекло, дерево, ткань, бумагу, керамику и т.д. вне зависимости от размеров деталей;
- отсутствие деформации изделия, на которое покрытие наносится;
- небольшой потребностью в материалах для покрытий, может быть создан практически любой состав покрытия для толщины покрытия от сотых долей до нескольких миллиметров;
- при нанесении покрытия основной материал нагревается обычно до температуры 100 – 150<sup>o</sup> C, при этом не наступает изменение структуры и коробления;
- тонкозернистое микропористое высококачественное покрытие имеет идеальные предпосылки для слоистых технологий.
- сравнительной простотой оборудования для напыления и относительно низкой трудоёмкостью процесса, поскольку он отличается высокой производительностью, которая для различных процессов составляет от 1 до 20 кг/час.

Холодное напыление металла представляет собой новое поколение сверхзвукового газодинамического напыления (ГНД). Кинетическая энергия напыляемых частиц при этом увеличивается, а термическая энергия уменьшается. Тем самым можно создавать почти полностью безоксидные покрытия. Названный авторами методом «холодного»

газодинамического напыления этот способ формирования покрытий за счет высокой кинетической энергии нерасплавленных металлических частиц в настоящее время широко известен в мире как «холодное напыление» («Cold Spray»).

Суть ГДН состоит в том, что мелкие металлические частицы, находящиеся в твердом состоянии, ускоряются сверхзвуковым газовым потоком до скорости 500-800 м/с и направляются на восстанавливаемую поверхность детали. Сталкиваясь с поверхностью в процессе высокоскоростного удара, частицы закрепляются на ней, формируя сплошное покрытие.

В наиболее распространенных газотермических способах нанесения покрытий для их формирования из потока частиц необходимо, чтобы падающие на основу частицы имели высокую температуру, обычно выше температуры плавления материала. При газодинамическом напылении, это условие не является обязательным, что и обуславливает ее уникальность. В данном случае с твердой основой взаимодействуют частицы, находящиеся в нерасплавленном состоянии, но обладающие очень высокой скоростью.

Преимущество применения технологии ГДН состоит в том, что оборудование и создаваемые с его помощью покрытия свободны от большинства недостатков, присущих другим способам нанесения покрытий, и обладают рядом технологических, экономических и экологических достоинств.

На наш взгляд наиболее удачной конструкцией для нанесения покрытий является комплект для ГДН разработанный и изготовленный в Обнинском центре порошкового напыления так как он прост и удобен в эксплуатации, по всем параметрам он не уступает своим аналогам, а в частности и превосходит их, например в стоимости [ 2].

Покрытия наносятся с использованием порошковых материалов ускоренным и подогретым до температуры 250 - 500 °С сверхзвуковым потоком воздуха.

Основными достоинствами такого метода являются:

- возможность получения покрытий как защитных, так и декоративных на изделиях и конструкциях из самых различных металлических и неметаллических материалов;
- возможность нанесения покрытий из органических, в том числе полимерных и неорганических материалов: металлов и тугоплавких материалов (оксидов, карбидов, боридов, силицидов, нитридов и др.);
- равномерное покрытие можно напылить как на большую площадь, так и ограниченные участки больших по площади изделий, при этом толщина покрытий регулируется в широких пределах (от 0,01 до 10 мм);
- высокая производительность процесса;
- покрытия наносятся в воздушной атмосфере при нормальном давлении;

- при напылении отсутствует нагрев напыляемого изделия (температура поверхности не превышает 100 – 150 °С), а, следовательно, деформации и снижение прочности защищаемых и восстанавливаемых изделий;
- отсутствие высоких температур, опасных газов, пламени и излучения;
- низкая трудоемкость и простота оборудования;
- высокая надежность и компактность;
- возможность автоматизации процессов напыления и др., а также относительно низкая стоимость оборудования.

Таблица 1 - Режимы напыления установкой «ДИМЕТ»

Параметр	Значение
Давление сжатого воздуха, МПа	0,5
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,3
Температура сжатого воздуха, °С	300...500
Грануляция порошкового материала, мкм	30...50
Дистанция напыления, мм	5...15

Для нанесения покрытий газодинамическим холодным напылением промышленностью освоено производство различных порошковых материалов на основе меди, алюминия и цинка.

Исследования, проведенные в РГУ им. А.Н. Косыгина, показали высокую эффективность использования технологии ГНД для повышения срока службы деталей и элементов конструкций при проведении ремонтно-восстановительных и реставрационных работ [3].

#### **Список использованных источников:**

1. Газотермические покрытия из порошковых материалов / Ю.С. Борисов, Ю.А.Харламов, С.Л.Сидоренко и др. / Справочник.- Киев. Наукова думка. 1987. 544 с.

2. Клюев О.Ф., Каширин А.И., Буздыгар Т.В., Шкодкин А.В. Оборудование ДИМЕТ для нанесения металлических покрытий и его применение в производстве и ремонте деталей машин и механизмов. «Тяжелое машиностроение», 4/2005, с. 25-27.

3. Прокопенко А.К., Лохманов В.Н., Афанасьев В.В. Формирование поверхностных слоев деталей машин с заданными характеристиками физическими методами / Монография.- М. ИИЦ МГУДТ, 2011. 119 с.

© Прокопенко А.К., Еремеев С.В., 2020

# ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЁЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ФРЕЗЕРНОГО СУППОРТА

**Серёгин Н.Г., Исаев В.Г.**

*Московский государственный областной технологический университет им.*

*А.А. Леонова, г. Королёв, Московская область*

*(e-mail: seregin.ng@ut-mo.ru)*

**Аннотация:** рассмотрен порядок применения комплексного расчётно-экспериментального метода оценки надёжности технических систем на этапах проектирования и отработки опытных образцов применительно к исследованию надёжности технологического оборудования на примере фрезерного суппорта. Представлена опытная конструкция фрезерного суппорта. Дано подробное описание результатов, проведённых исследований.

**Ключевые слова:** надёжность, технологическое оборудование, фрезерный суппорт, комплексный расчётно-экспериментальный метод, стендовые ускоренные испытания, эксплуатационные испытания, показатели надёжности, экспериментальная установка, нагрузочно-имитирующее устройство.

Для исследование надёжности технологического оборудования на примере фрезерного суппорта был применён комплексный расчётно-экспериментальный метод оценки надёжности технических систем на этапах проектирования и отработки опытных образцов [1]. Данный метод включает в себя прогнозирование надёжности различных конструктивных вариантов технических систем на этапе проектирования и сравнительные ресурсные стендовые ускоренные испытания лучших вариантов технических систем на базе эксплуатационных испытаний их надёжных аналогов (рис. 1).

Эксплуатационные испытания позволили получить информацию о режимах, условиях и интенсивности эксплуатации ранее разработанных аналогов, вновь создаваемого фрезерного суппорта, данных по их функциональным и параметрическим отказам, рекомендаций производителей по совершенствованию конструкции, а также по уровню внешних возмущений и динамическим параметрам. Однако, разнообразие режимов и условий эксплуатации технологического оборудования на машиностроительных предприятиях, требований к его качественным характеристикам, существенные отличия по уровням организации обслуживания технологического оборудования усложняют выполнение всего комплекса исследований в производственных условиях. В то же время, результаты, полученные в производственных условиях, использованы для определения ресурсов основных конструктивных элементов и функциональных узлов фрезерного суппорта, а также времени

и трудоёмкости проведения его обслуживания и ремонта. А по оценкам ресурсов конструктивных элементов фрезерного суппорта определён вид закона распределения интенсивности отказов от времени, рассчитаны параметры закона распределения интенсивности отказов от времени и показатели надёжности.

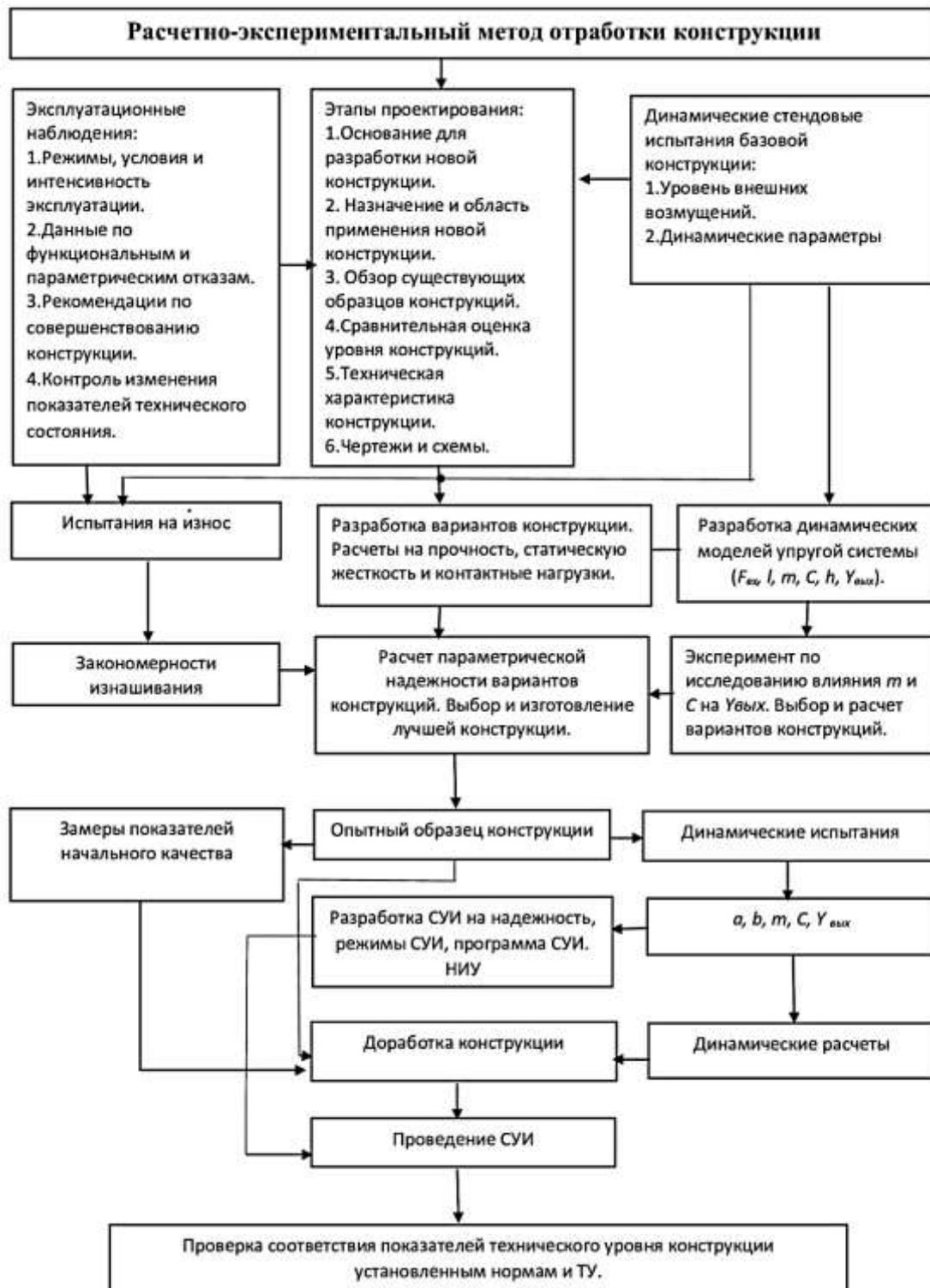


Рисунок 1 - Структурная схема комплексного расчётно-экспериментального метода оценки надёжности технических систем

Комплексные экспериментальные исследования фрезерного суппорта с применением современных контрольно-измерительных приборов позволили исследовать показатели начального качества базовой конструкции фрезерного суппорта, установить закономерности изнашивания в подвижных сопряжениях направляющих механизма подачи суппорта, провести испытания на износ различных износостойких материалов пар трения [2], провести динамические испытания и замеры показателей начального качества предлагаемой к дальнейшей эксплуатации опытной конструкции фрезерного суппорта (рис. 2).



**Рисунок 2 - Опытная конструкция фрезерного суппорта**

Заключительным этапом экспериментальных исследований стала разработка программы стендовых ускоренных испытаний опытной конструкции фрезерного суппорта на экспериментальной установке [3, 4], оборудованной нагрузочно-имитирующим устройством [5, 6, 7], и проведение стендовых ускоренных испытаний фрезерного суппорта для проверки соответствия показателей технического уровня разработанной конструкции фрезерного суппорта установленным нормам для данного технологического оборудования. По результатам исследования надёжности технологического оборудования на примере фрезерного суппорта были сделаны следующие выводы:

1. Результаты испытаний опытной конструкции фрезерного суппорта показали его высокую работоспособность в течении 711 часов, а шпинделя в течении 1980 часов, и надёжность по параметрам геометрической и технологической точности, жёсткости и динамики.

2. Частотные характеристики опытной конструкции фрезерного суппорта показали, что он является устойчивой механической системой и обладает коэффициентом динамичности равным 3,45.

3. Анализ динамики опытной конструкции фрезерного суппорта позволяет сделать вывод, что он устойчив при жёсткости направляющих суппорта свыше 25000 кН/м и жёсткости опор шпинделя свыше 40000 кН/м.

4. По результатам исследования разработана новая конструкция фрезерного шпинделя [8], центр жёсткости верхней опоры которого приближен к равнодействующей сил резания, а сама опора состоит из двух радиально-упорных подшипников, установленных с натягом.

#### **Список использованных источников:**

1. Исаев В. Г., Серёгин Н.Г., Сорокин С. В. Комплексный расчётно-экспериментальный метод оценки надёжности технических систем летательных аппаратов // М.: Информационно-технологический вестник, 2018. № 4 (18). С. 22-31.

2. Шашурин В.Д., Серёгин Н.Г., Гиясов Б.И., Ветрова Н.А., Никитин А.О. Многослойный композиционный материал на основе углеволокнита ЭПАН // М: Машиностроитель. 2016. № 7. С. 28-32.

3. Гиясов Б.И., Серёгин Н.Г., Серёгин Д.Н., Беляков В.А. Стендовые ускоренные испытания технических систем на надёжность // М: АСВ. 2017. 74 с.

4. Шашурин В.Д., Ветрова Н.А., Назаров В.В., Серёгин Н.Г. Ускоренные испытания на надёжность технических систем // М: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2016. 45 с.

5. Серёгин Н.Г. Нагрузочно-имитирующие устройства испытательных стендов для исследования надёжности механизмов фрезерных станков // М.: Инженерный вестник, 2014. № 8. С. 33-39.

6. Пат. 2005007 Российская Федерация, МКИ В 23 С 9/00. Нагрузочное устройство для испытаний фрезерных станков / Бондарь В. Г., Воякин А. С., Серёгин Н. Г. ; заявитель и патентообладатель Моск. гос. ун-т леса. – № 4624702/08 ; заявл. 22.12.88 ; опубл. 30.12.93, Бюл. № 47-48. – 3 с. ; 2 ил.

7. Пат. 2005008 Российская Федерация, МКИ В 23 С 9/00. Нагрузочное устройство для испытаний фрезерных станков / Бондарь В. Г., Воякин А. С., Резневский В. А., Серёгин Н. Г. ; заявитель и патентообладатель Моск. гос. ун-т леса. – № 4819983/08 ; заявл. 26.04.90 ; опубл. 30.12.93, Бюл. № 47-48. – 4 с. ; 2 ил.

8. Исаев В. Г., Серёгин Н.Г. Анализ надёжности фрезерного технологического оборудования предприятий ракетно-космической техники на примере консольных фрезерных шпиндельных узлов // М.: Информационно-технологический вестник, 2018. № 4 (22). С. 17-23.

© Серёгин Н.Г., Исаев В.Г., 2020

# ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕМОНТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СФЕРЕ ЖКХ

Тулинов А.Б., Корнеев А.А.\*  
ММК «МОСИНТРАСТ»

\* *Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва  
(e-mail: vso3@yandex.ru)*

**Аннотация:** в работе рассмотрен экономический эффект применения ремонтных композиционных материалов при восстановлении оборудования в промышленности и сфере ЖКХ. Показано, что основное преимущество технологий восстановления с использованием ремонтных композиционных материалов заключается в сокращении сроков ремонта в 5-10 раз по сравнению с традиционными методами.

**Ключевые слова:** оборудование, ЖКХ, экономический эффект, ремонтные композиционные материалы, технологии ремонта

Технология ремонта композиционными материалами отличается значительной экономией энергоресурсов, не свойственных технологиям сварки, пайки, наплавки, напыления.

Рациональное использование свойств ремонтных композиционных материалов позволяет снизить трудоемкость ремонта на 20-60%, себестоимость работ - на 45-60%, сократить расход металла на 40-50%. Это обусловлено тем, что такая технология не требует сложного оборудования и высокой квалификации работающих, появляется возможность производить ремонт без разборки узлов и агрегатов, а также соединений, которые с точки зрения безопасности, трудно и опасно ремонтировать известными способами [1].

Основные преимущества технологий ремонта с использованием композиционных материалов заключаются в сокращении сроков ремонта в 5-10 раз по сравнению с традиционными методами. Эксплуатация отремонтируемых объектов показывает, что срок их службы может увеличиваться до 10 раз [2].

Опыт использования ремонтных композиционных материалов позволил систематизировать эффект их применения и представить в виде таблицы 1, отражающей стоимость ремонта типовых деталей и узлов систем жизнеобеспечения в сравнении с традиционными видами ремонта.

При расчетах экономического эффекта в денежном выражении необходимо учитывать следующие моменты [3]:

- внедрение технологического процесса или способа восстановления

для деталей, которые до этого выбраковывались и не восстанавливались, т.е. отсутствие процесса, с которым можно было бы сравнить новый процесс;

- сравнение внедряемого способа с другим способом, например применение композиционных материалов со сваркой;

- усовершенствование существующего способа, например применение композитов с улучшенными свойствами.

Таблица 1 – Эффект восстановления систем жизнеобеспечения

№	Типовые детали и узлы	Характерные дефекты	Стоимость ремонта в % к традиционному ремонту
1	Корпусные детали	Трещины, пробоины, вырывы	20
2	Емкости	Течи по стыкам и трещинам, подтекание по сварным швам	15
3	Теплообменники	Течь в зоне контакта труб с трубной решеткой в результате термических напряжений и коррозионного износа	15
4	Трубопроводы	Течи вследствие механических повреждений и коррозионного износа	10
5	Посадочные места:		
	- на валах	Локальная выработка металла	15
	- в корпусах	Выработка металла посадочного места	Традиционными методами не ремонтируется.
6	Разъемные соединения:		
	- фланцевые	Коррозионный износ рабочей поверхности	10
	- шпоночные	Смятие кромок шпоночной канавки	5
	- шлицевые	Выработка металла шлицев	Традиционными методами не ремонтируются
	- резьбовые	Срыв резьбы	10
7	Неразъемные соединения	Разъединение деталей конструкции	20 Соединение металла с неметаллом традиционными методами не ремонтируется.

Исходя из этих положений, была разработана методика определения экономической эффективности от внедрения мероприятий по ремонту изделий с использованием ремонтных композиционных материалов, в

соответствии с которой были проведены все расчеты эффективности.

Основным показателем при оценке экономической эффективности восстановления изношенных деталей и определения того или иного способа восстановления служит себестоимость восстановления. Этот показатель характеризует совершенство технологии восстановления детали, которое определяется, в свою очередь, трудоемкостью процесса и степенью дефицитности используемых материалов, а также рядом других показателей. Себестоимость восстановления деталей обычно составляет 10...40 % себестоимости новых. Современные технологии ремонта, к каковым относится и технология ремонта с применением ремонтных композиционных материалов, позволяют восстанавливать многие детали так, что их эксплуатационные свойства превышают эксплуатационные свойства новых деталей. Поэтому экономическая целесообразность является важным фактором при ремонте изделий.

Применение композиционных материалов, каковыми являются металлополимеры и анаэробные продукты, для восстановления и модернизации оборудования обеспечивает значительное повышение жизненного цикла оборудования и систем жизнеобеспечения.

Эффективное использование физико-механических и химических свойств ремонтных композиционных материалов позволяет значительно снизить трудоемкость ремонта различных изделий и систем, что обуславливается следующими особенностями их использования:

- технология с использованием полимерных композиций не требует сложного оборудования и высокой квалификации работающих;
- при использовании полимерных композиций появляется возможность производить ремонт без разборки узлов и агрегатов;
- использование полимерных композиций во многих случаях позволяет не только заменить сварку, пайку или наплавку, но и производить ремонт таких изделий и узлов, которых другими известными методами отремонтировать невозможно;
- применение полимерных композиций позволяет восстановить детали, минуя сложные технологические процессы получения новых деталей и их обработку;
- технология ремонта композиционными материалами отличается значительной экономией энергоресурсов, не свойственных технологиям сварки, пайки, наплавки, напыления и др.

Широкое применение прогрессивной технологии ремонта с использованием ремонтных композиционных материалов на промышленных предприятиях и в жилищно-коммунальном хозяйстве призвано обеспечить более высокую надежность и долговечность систем жизнеобеспечения человека, каковыми являются водоснабжение, теплоснабжение, газоснабжение, а также оперативный ремонт оборудования и производственных систем.

Экономические показатели эффективности применения ремонтных композиционных материалов определены по опыту производственной деятельности московского завода СВАРЗ, где разработанные технологии ремонтно-восстановительных работ с использованием металлополимеров включены в технологическую документацию завода.

В таблице 2 представлены показатели эффективности, полученные в стационарных условиях завода СВАРЗ. При этом традиционные методы ремонта характеризуются показателем - 100%.

Таблица 2 – Экономические показатели внедрения технологии применения ремонтных композиционных материалов

Детали двигателя	Характерные дефекты	Стоимость ремонта (в % к традиционному)
Блок цилиндров	Вырывы и трещины в картере блока	20
	Продольные и поперечные трещины в посадочных местах гильз	Традиционными методами не ремонтируется
	Выработка металла под вкладышами коленчатого вала (постели)	То же
	Разгерметизация и износ резьбовых соединений	15
	Повреждения масляной магистрали	30
Поддон картера	Трещины и отверстия	15
Картер маховика	Отколы, трещины и отверстия	20
Вал редуктора ГМП	Выработка металла на шейке вала и рабочей плоскости, износ канавок для маслосъемных колец	15
	Первичный вал ГМП	Износ и повреждение канавок для маслосъемных колец
Крышка водяной рубашки	Коррозионный износ корпуса и патрубков	10
	Крышка газораспределительного механизма	Трещины и вырывы
Клапанная крышка	То же	15
Вал распределительного механизма	Коррозионный износ кулачков	5
Водяная трубка	Коррозионный износ, течь	10
Крышка масляного насоса ГМП	Выработка металла посадочного места шестерни	10
Головка компрессора	Трещины, коррозионный износ	10

Таким образом, широкое внедрение технологии ремонта с использованием ремонтных композиционных материалов в практику работы предприятий ремонтных служб, в том числе и в жилищно-коммунальном хозяйстве обеспечивает высокий народнохозяйственный эффект, в пределах РФ.

**Список использованных источников:**

1. Гончаров А.Б., Голубев А.П., Тулинов А.Б., Корнеев А.А. Сервис производственных систем с применением прогрессивных технологий. Минобрнауки России, Российский государственный университет туризма и сервиса. Москва, 2010. 117 с.

2. Гончаров А.Б., Тулинов А.Б., Куликов Г.А. Техническое обслуживание и модернизация бумагоделательного оборудования. М., «Литкон-Пресс», 2006, с.224.

3. Тулинов А.Б., Корнеев А.А. Инновационные технологии восстановления крупногабаритного производственного оборудования. Москва, 2013. 127 с.

© Тулинов А.Б, Корнеев А.А., 2020

# ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАКИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПОТОКЕ ЭНЕРГИИ

**Федоров М.В.**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва  
(e-mail: fedorov-mv@rguk.ru)*

**Аннотация:** в работе описаны особенности процесса формирования защитных покрытий на материалах текстильной промышленности методом плазменного напыления. Дано подробное описание результатов, проведённых исследований.

**Ключевые слова:** плакирование, плазма, плазменное покрытие, текстильные материалы.

В работе [1] было установлено, что одним из наиболее перспективных методов плакирования текстильных материалов в потоках энергии является плазменное напыление.

Плазменный метод заключается в формировании на поверхности изделия (подложки) покрытия из нагретых и ускоренных частиц композиционного порошкового материала, обработанных высокотемпературной плазменной струей. При взаимодействии таких частиц с подложкой происходит их соединение и формирование покрытия. Струя плазмы образуется в плазмотроне за счет нагрева плазмообразующего газа при прохождении через дугу. Температура плазменной струи может составлять 5 - 103 °С, а скорость ее истечения достигать 100 - 150 м/с. Попадая в плазменную струю, частицы порошка нагреваются до стадии плавления и контактируя с подложкой сцепляются с ней.

В литературе встречаются различные классификации плазменных покрытий [2]. Их разделяют на тонкопленочные и толстопленочные. Общепринятой границей между ними считается значение в 1 мкм.

Существует и другая точка зрения [3], согласно которой покрытие считается тонкопленочным или толстопленочным в зависимости от свойств, которые преобладают в нем - объемные или поверхностные.

В РГУ им. А.Н. Косыгина для получения оптимального покрытия используют технологические режимы осаждения порошковых материалов со следующими параметрами:

- критическая температура подложки  $t_1$ , равна  $2/3$  критической температуры плавления напыляемого материала;
- критическая температура подложки  $t_2$ , равна  $1/3$  критической температуры плавления напыляемого материала.

В процессе формирования покрытий, полученных при температуре выше  $t_1$ , напыление протекает по механизму высокотемпературного термического оплавления твёрдых частиц порошкового материала с их

последующим переносом, образованием промежуточной сжиженной фазы, на что указывает каплеобразная форма кристаллитов, их жидкотекучесть (на начальных стадиях конденсации) и окончательное формирование покрытия на подложке.

При температуре  $t_2$  напыление порошкового материала происходит, минуя фазу жидкотекучести. При формировании покрытия на поверхности подложки образуются плоские кристаллы, имеющие четко выраженную ориентацию относительно ее плоскости.

На рисунке 1 схематически представлены фазы формирования такого покрытия

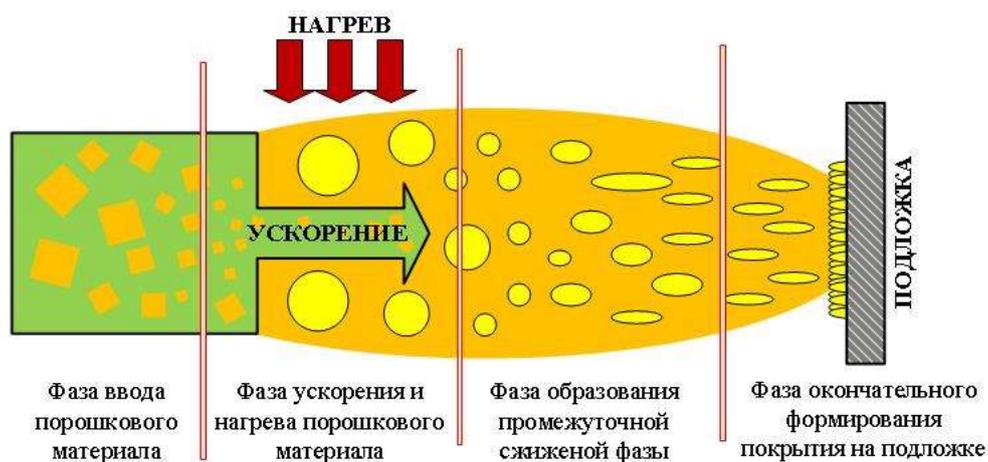


Рисунок 1 – Фазы формирования покрытий

Однако данный способ подходит для подложек с низкой температурой воспламеняемости. В процессе формирования покрытия такие подложки либо сгорают, либо деформируются [4].

Поэтому актуальным является определение параметров формирования покрытий методом плазменного напыления, который можно применить к текстильным материалам.

Основной особенностью формирования покрытий на текстильных подложках является то, что нет возможности многократного температурного воздействия на материал, а вследствие этого не представляется возможным уплотнить и полностью сформировать структуру напыляемого порошка, в результате чего образуется покрытие с зернистой структурой, коническими наростами и слабыми открытыми границами.

Экспериментально доказано что на физико-механические свойства покрытия существенное влияние оказывает его микроструктура, зависящая от следующих технологических факторов: отношение температуры плазмы ( $t$ ) к температуре материала подложки ( $t_m$ ), энергия плазменной струи ( $E_p$ ) и энергия связи частицы покрытия с материалом подложки.

В процессе экспериментальных исследований автором установлено,

что в зависимости от режимов напыления скорость полета полимерных частиц диаметром 0,05 - 0,07 мм составляет 55 - 60 м/с, а продолжительность их полета не превышает  $2,0 \cdot 10^{-3}$  -  $2,5 \cdot 10^{-3}$  с. При этих условиях частицы напыляемого материала нагреваются до температуры 120 - 180° С. В таком случае поток плазмы, в зоне ввода порошкового материала должен иметь температуру 220 - 380°С, а температура подложки должна составлять не менее 60°С.

Из рисунка 2 видно, что при низких температурах подвижность атомов при напылении на подложку ограничена, структура покрытия столбчатая, с коническими наростами и слабыми открытыми границами. Такая структура называется также «тороидальной» и соответствует зоне А.

При увеличении температуры происходит более равновесное формирование покрытия, что ведет к его уплотнению и упрочнению межзеренных границ (зона В). При дальнейшем увеличении температуры процесса структура покрытия приобретает морфологию равноосных зерен (зона Г).

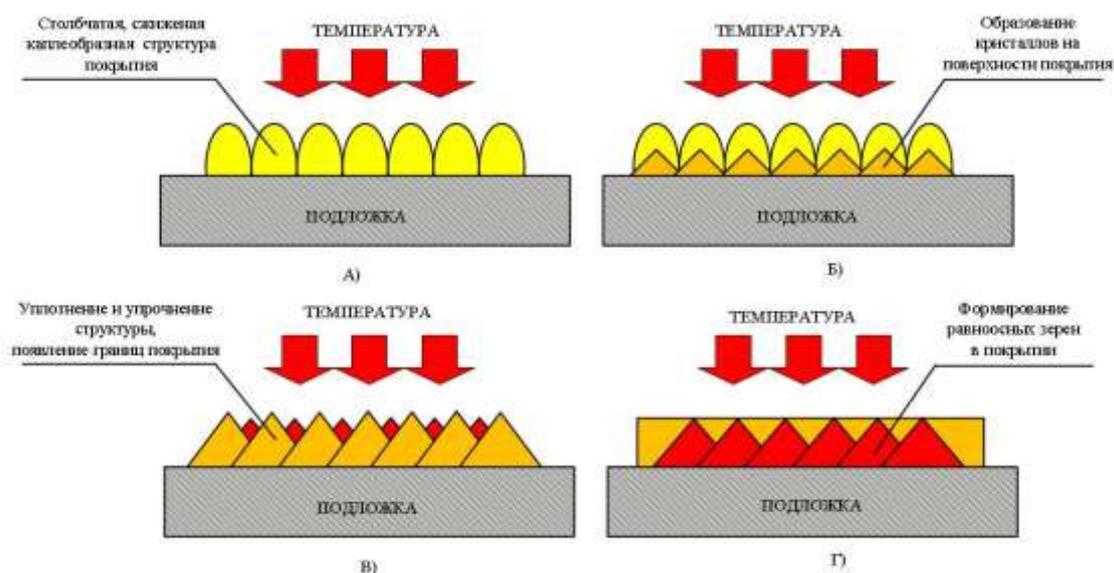


Рисунок 2 – Структурные зоны в процессе формирования покрытий

Формирование структуры зоны В связано с усилением поверхностной диффузии, а зоны Г с объемной диффузией в покрытии. Дополнительная переходная зона Б, формирующаяся между зонами А и В и представляющая собой столбчатую структуру, сходную со структурой зоны А, но с более мелкими волокнистыми кристаллитами и достаточно плотными границами, обеспечивающими хорошие механические свойства покрытия.

Таким образом, формирование покрытий на текстильных подложках с использованием предложенной технологии позволит:

- эффективно управлять энергетическими характеристиками

напыляемых частиц и условиями формирования покрытия за счет гибкости регулирования параметров и режимов работы оборудования;

- обеспечивать высокий коэффициент использования напыляемого материала;

- обеспечивать высокую производительность процесса напыления.

**Список использованных источников:**

1. Федоров М.В., Козлов А.С., Макарова Н.А. Инновационные технологии низкотемпературного плазменного напыления на материалы и изделия легкой промышленности. XIV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Современные аспекты гуманитарных, экономических и технических наук. Теория и практика», Сибирский независимый институт, 2015 г.

2. Ляшенко Б.А., Сорока Е.Б. Особенности высокочастотного нагружения материалов с покрытиями // Проблемы прочности, 1998. - №5 - С. 134-138.

3. Плазменные покрытия (свойства и применение): учебное пособие / В.П. Кривобоков, Н.С. Сочугов, А. А. Соловьев. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 136 с.

4. Бузов Б.А., Модестова Т.А., Алыменкова Н.Д. Материаловедение швейного производства. – М.: Книга по Требованию, 2013. - 424 с.

© Федоров М.В., 2020

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

<b>Голубев А.П., Бельшева А.Р.</b> Ресурсосберегающие металлоплакирующие производственные технологии изготовления изделий из конструкционных материалов.....	3
<b>Иванов И.С.</b> Современные технологии художественной обработки материалов.....	7
<b>Корнеев А.А., Иванов В.А.</b> Применение ремонтных композиционных материалов для восстановления оборудования ЖКХ.....	10
<b>Никонов В.В.</b> Эволюция эстетической значимости конструкционных материалов: исторический экскурс.....	14
<b>Никонов В.В., Кузнецова Е.В.</b> Декорирование фарфоровых изделий на предприятии ООО «ДО Промыслы Вербилкок».....	18
<b>Прокопенко А.К., Еремеев С.В.</b> Современные технологии нанесения защитных металлических покрытий.....	21
<b>Серёгин Н.Г., Исаев В.Г.</b> Исследование надёжности технологического оборудования на примере фрезерного суппорта....	26
<b>Тулинов А.Б., Корнеев А.А.</b> Экономический эффект применения ремонтных композиционных материалов при восстановлении оборудования в промышленности и сфере ЖКХ.....	30
<b>Федоров М.В.</b> Технология плакирования материалов легкой промышленности в потоке энергии.....	35

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

СБОРНИК ТРУДОВ СЕМИНАРА

Научное издание

В авторской редакции

Издательство не несет ответственности за опубликованные материалы.  
Все материалы отображают персональную позицию авторов.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.