

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., профессора Ли Романа Иннакентьевича на диссертационную работу Трифонова Григория Игоревича, выполненную на тему: «Восстановление рабочих поверхностей шнека транспортирующих устройств плазменным напылением износостойкого композитного покрытия», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве в диссертационный совет Д 220.010.04

1 Актуальность темы

Восстановление изношенных деталей позволяет значительно сократить затраты на ремонт сельскохозяйственной техники и существенно уменьшить отрицательное воздействие человека на окружающую среду. Количество операций обработки при восстановлении изношенных деталей, по сравнению с изготовлением новых запасных частей, сокращается в 3-8 раз. Для восстановления требуется в 20-30 раз меньше металла, чем для изготовления новых запасных частей. Исключив металлургический цикл производства при восстановлении 1 тн стальных деталей экономится 180 кВт/ч электроэнергии, 0,8 т угля, 0,5 т известняка, 175 м³ природного газа. Стоимость восстановленных деталей составляет до 30-50% стоимости новой детали. В этой связи тема диссертационной работы Трифонова Г.И., посвященная исследованию и разработке нового оборудования, оригинального композитного состава и технологии плазменного напыления, обеспечивающих эффективное восстановление рабочих поверхностей деталей транспортирующих устройств в АПК и снижение затрат при ремонте сельскохозяйственной техники и технологического оборудования, является несомненно актуальной.

2 Степень обоснованности, достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций в диссертации

Научные положения, полученные соискателем в диссертации, являются обоснованными, достоверными и подтверждены результатами экспериментальных исследований.

Выводы и рекомендации в диссертационной работе основаны на результатах, проведенных соискателем, теоретических и экспериментальных исследований. Заключение в диссертации содержит десять выводов.

Вывод 1 носит информационный характер, не является новым и его следовало бы исключить.

Вывод 2 содержит информацию об установке плазменного напыления композитных материалов, новизна конструкции которой подтверждается патентом на изобретение РФ №2762082. Вывод имеет новизну и достоверность.

Вывод 3 содержит информацию о результатах теоретических исследований и разработанных на их основе программных продуктах. Вывод имеет новизну и достоверность.

Вывод 4 Автор в начале вывода утверждает: **Теоретически** обоснован...новый состав...На наш взгляд спорное утверждение, так как в теоретической части диссертации отсутствует теоретическое обоснование нового состава композита. Из диссертации следует, что оптимальный состав нового композита для плазменного напыления получен в результате реализации активного эксперимента и последующего регрессионного анализа. В целом вывод имеет новизну и достоверность.

Вывод 5 получен по результатам экспериментальных исследований, содержит информацию о технологических режимах плазменного напыления нового композитного покрытия. Вывод имеет новизну и достоверность.

Вывод 6 содержит информацию о полученных регрессионных моделях зависимости адгезии и твердости композитного покрытия от технологических режимов плазменного напыления. Вывод имеет новизну и достоверность.

Вывод 7 получен в результате экспериментальных исследований, содержит сравнительную информацию об износостойкости и микротвердости покрытий с различным составом. Вывод имеет новизну и достоверность.

Вывод 8 содержит достоверную информацию о новом составе композита и технологии восстановления изношенных поверхностей шнека, внедрении в производство новой технологии восстановления, а также результаты расчета экономического эффекта от внедрения.

Вывод 9 содержит перечень марок конвейеров, шнеки которых рекомендуется восстанавливать новым композитом и технологией плазменного напыления. Вывод 9 следовало объединить с выводом 8.

Вывод 10 содержит информацию о перспективных направлениях дальнейшей разработки научной темы. Замечаний по выводу нет.

3 Значимость для науки и практики результатов диссертации и конкретные пути их использования

Научную новизну диссертационной работы составляют: теоретическое обоснование формообразования и температуры композитного покрытия в зависимости от геометрической формы восстанавливаемой сложнопрофильной детали и режимных параметров плазменного напыления, результаты металлогра-

фического анализа, экспериментальных исследований адгезии, твердости и микротвердости, износостойкости, композитных покрытий.

Теоретическая значимость работы заключается в получении и обосновании аналитических зависимостей, связывающих технологические режимы плазменного напыления с физико-механическими и эксплуатационными характеристиками сформированного композитного покрытия с целью обеспечения его качественно-точностных параметров.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы научными учреждениями при разработке новых композитов, технологий и оборудования плазменного напыления при восстановлении изношенных деталей сельскохозяйственной техники, а также в учебном процессе ВУЗов по специальным дисциплинам направлений подготовки 35.03.06, 35.04.06 Агроинженерия.

Практическую значимость представляют новый композит, технология и оборудование для плазменного напыления при восстановлении изношенных шнеков транспортирующих устройств.

Технология внедрена в ООО «ИНОКС РЕМ» и ООО «Совтех».

Новый композит, технология и оборудование рекомендуются для восстановления изношенных поверхностей шнеков в конвейерах марок: У13-БКШ, БКВ, УКВ 1 L10, УКВ, СВТ, КВЦ300, У9-УКВ, которые используются на предприятиях АПК.

4 Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 180 наименований и 4 приложений. Диссертация изложена на 166 страницах машинописного текста, включает 51 рисунок и 22 таблицы.

5 Степень завершенности диссертации в целом и качество оформления

Диссертационная работа имеет завершенный характер. Качество оформления соответствует в основном требованиям, предъявляемым к диссертациям.

6 Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научных изданиях

Автор опубликовал по теме диссертации 39 работ, в т.ч. шесть статей опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, получены

два патента РФ на изобретение и три свидетельства о регистрации программы для ЭВМ. Публикации соискателя Трифонова Г.И. в полной мере отражают основные результаты диссертации.

7 Соответствие содержания автореферата основным идеям и выводам диссертации

Структура автореферата имеет классическую форму. В автореферате отражены основные положения диссертации, которые дают достаточно полное представление о сущности выполненной работы, позволяют оценить ее научную и практическую значимость. Автореферат в целом соответствует основным идеям и выводам диссертации и в достаточно полной мере отражает ее основное содержание.

Замечания:

1. В разделах «Задачи исследований» пп. 3 и 4 (стр. 4) и «Научная новизна» пп 3 и 4 (стр. 5) нарушена причинно-следственная связь. Вначале получают регрессионные модели, а затем на их основе – оптимальные или рациональные технологические режимы напыления.
2. Научная новизна на страницах 4 и 5 автореферата на наш взгляд сформулирована некорректно. Ее содержание больше соответствует научной ценности работы. Научную новизну следует формулировать максимально лаконично: одним – двумя предложениями.
3. В соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления» номера страниц в автореферате и диссертации проставляются вверху страницы посередине.
4. Стр. 11 автореферата: ...Исследования проводились на образцах...из стали 20Х ...ГОСТ 4543-71. Не понятно, зачем соискатель перегружает автореферат информацией об элементном составе и содержании этой стали. Это известно из ГОСТ 4543-71, на который соискатель ссылается.
5. Графики на рис. 4.4, стр. 15 автореферата, выполнены в очень мелком формате, что затрудняет восприятие материала.

8 Оценка содержания и оформления диссертационной работы

Во введении обоснована актуальность темы исследования, степень ее разработанности, цель диссертационной работы и основные задачи и исследования, научная новизна, практическая значимость, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация работы.

Замечание

Стр. 9, третий абзац: ...**Научная методика** исследования заключается... На наш взгляд некорректная терминология. Следовало написать: Методика теоретического исследования заключается...

В первой главе «Обзор исследований и разработок по восстановлению изношенных деталей машин агропромышленного комплекса» дан анализ условий эксплуатации, характера изнашивания и значений износов рабочих поверхностей шнека транспортирующего конвейера. Приведен обзор существующих способов восстановления изношенных деталей машин АПК и описаны преимущества применения технологии плазменного напыления композитных покрытий по сравнению с другими способами восстановления деталей. Установлены основные факторы, влияющие на качество и прочностные свойства износостойких композитных покрытий.

Замечания:

1. Стр. 16, таблица 1.1, столбец 1, строка 4: **Приварка металлического слоя**. Не понятно, какой способ восстановления имеет в виду соискатель, способ электроконтактной приварки стальной ленты?
2. Стр. 20, рисунок 1.4 – Основные виды изнашивания. Автору следовало указать источник в подрисуночной надписи, потому что эта схема не полная. ГОСТ 27674 предусматривает три основных вида изнашивания: механическое, коррозионно-механическое и при действии электрического тока.
3. В конце раздела 1.2.1 соискатель делает достаточно спорные выводы (абзацы 1 и 2 на стр. 26): ...сделан вывод, что в рамках серийных сельхозпроизводств **использование классических** транспортирующих шнековых конвейеров занимает **оправданное первостепенное место**, а **внедрение модифицированных** устройств и механизмов на данный момент экономически **нецелесообразно**.... в сельскохозяйственном производстве надежнее и **выгоднее использовать технологические способы по повышению срока службы** рабочих поверхностей шнека, что существенно увеличит срок эксплуатации конвейеров АПК. На наш взгляд, необходимы как модернизация серийно выпускаемой техники, так и восстановление с упрочнением изношенной техники. Эти НИОКР и НИР должны выполняться параллельно и не взаимоисключать друг друга.
4. Стр. 37...Для оценки реального влияния факторов на прочностные свойства покрытия к дальнейшему анализу приняты только внутренние факторы покрытия... Не понятно почему соискатель исключает внешние факторы?
5. Стр. 45...В итоге, необходимо экспериментально получить необходимую концентрацию наполнителя композитного износостойкого материала

ла, а также провести экспериментальный подбор и назначение технологических режимов напыления для конкретного функционального композитного покрытия. Этот вывод частично дублирует вывод в конце раздела 1.3.3.

Во второй главе «Теоретические исследования процесса плазменного напыления композитного материала на рабочие поверхности шнека» рассмотрены теоретические предпосылки повышения эффективности восстановления деталей ответственных узлов сельскохозяйственной техники плазменным напылением композитных материалов. Получены аналитические зависимости: кинематических режимов плазменного напыления от геометрических особенностей детали; формирования толщины покрытия и температуры нагрева восстанавливаемых поверхностей детали от кинематических режимов напыления; величины смещения изотермы плавления относительно изотермы контакта.

Замечание: Стр. 61-62, раздел 2.2... Стоит отметить, что для решения поставленной задачи были приняты следующие допущения: частицы композитного материала должны иметь одинаковый диаметр; диаметр напыляемых частиц должен быть меньше диаметра плазменной струи; поток частиц должен быть практически перпендикулярен поверхности напыления. Возникает вопрос: какова разница между расчетной толщиной покрытия, определенной по формуле (2.17) и фактическим значением?

В разделе 3 «Методика экспериментальных исследований» приведена общая методика исследования и частные методики исследования физико-механических и эксплуатационных свойств композитных покрытий на основе самофлюсующегося порошка ПР-НХ17СР4 с повышенной прочностью сцепления покрытия с основой и износостойкостью.

Замечания:

1. Стр. 76... При проведении исследований по нанесению композитного материала на рабочие поверхности крупногабаритного шнека конвейера агропромышленного комплекса использовалась универсальная установка плазменного напыления УПУ-3Д. Стр. 78... В ходе проведения опытов по напылению винтовых и цилиндрических поверхностей шнека на базе УПУ-3Д была разработана модернизированная установка для нанесения композитных материалов на поверхности деталей различной конфигурации, на которую был получен патент на изобретение № 2762082 от 15.12.2021 г. Из текста не понятно, на каком вышеуказанном оборудовании соискатель проводил исследования?
2. Такое же замечание по тексту на стр. 87... Экспериментальные испытания образцов с нанесенным покрытием на абразивное изнашивание проводи-

лись на установке – машина трения СМЦ-2... и стр. 88... В ходе исследований методов испытаний деталей на абразивное изнашивание, ...была разработана машина для испытаний деталей на абразивный износ, на которую получен патент...

3. Раздел 3.2 «Обоснование выбора рабочих материалов» на стр. 80 следовало дать в разделе 1.4 «Подбор композитного материала для плазменного напыления износостойкого покрытия».

В разделе 4 «Экспериментальное исследование процесса нанесения композитных покрытий плазменным напылением» приведены результаты исследований по определению состава композитного материала и рациональных технологических режимов нанесения покрытий плазменным напылением, а также их влияния на физико-механические и эксплуатационные характеристики сформированных покрытий на рабочих поверхностях шнека.

Замечания:

1. На стр. 96 даны две не явные функции:

Для винтовой поверхности: $C_{вп} = f(I, l, v, Q_{Г}, m_{п})$. Для цилиндрической поверхности: $C_{цп} = f(I, l, n, s, v, Q_{Г}, m_{п})$. **Не понятно, почему для винтовой поверхности автор исключил такие факторы как: n – скорость вращения детали и s – подачу?**

2. Из текста диссертации не совсем понятно, каким образом были получены результаты в таблицах на рисунках 4.4...4.6 и формула (4.7)?

В разделе 5 «Технология восстановления плазменным напылением износостойких композитных покрытий» представлены основные положения технологического процесса по восстановлению рабочих поверхностей шнеков, а также оборудование для осуществления плазменного напыления композитных покрытий. Приведен расчет экономической эффективности новой технологии восстановления шнеков.

Эффективность новой технологии восстановления подтверждается актами внедрения технологии в производство на предприятиях ООО «ИНОКС РЕМ» и ООО «Совтех». Приведенная технико-экономическая оценка подтверждает экономическую эффективность новой технологии восстановления.

Замечание: Не понятно, почему соискатель проводит расчеты годового экономического эффекта в условных единицах?

Указанные в отзыве замечания относятся к редакционным. Они не снижают научной и практической значимости диссертационной работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Трифонова Г.И. является завершенной научно-квалификационной работой, которая содержит научно обоснованные техниче-

ские и технологические решения, внедрение которых вносит вклад в развитие технического сервиса сельскохозяйственной техники. Диссертационная работа изложена в логической последовательности, достаточно полно иллюстрирована и соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, а ее автор Трифонов Григорий Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

Официальный оппонент,
заведующий кафедрой «Транспортные
средства и техносферная безопасность»
ФГБОУ ВО «Липецкий государственный
технический университет»,
доктор технических наук (05.20.03),
профессор



Ли Роман Иннакентьевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Липецкий государственный технический университет»
Адрес местонахождения образовательной организации: 398055, Россия, г. Липецк,
ул. Московская, д. 30.
Контактный телефон +7 (4742) 328088. Факс +7 (4742) 310473.
Адрес электронной почты: romanlee@list.ru
Официальный сайт: <http://www.stu.lipetsk.ru>

