

## ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., профессора Серебровского Владимира Исаевича на диссертационную работу Кисель Юрия Евгеньевича “Повышение долговечности деталей сельскохозяйственной техники электротермической обработкой композиционных электрохимических покрытий”, представленную к защите в диссертационный совет Д 220.061.03 при ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

Диссертация Кисель Юрия Евгеньевича “Повышение долговечности деталей сельскохозяйственной техники электротермической обработкой композиционных электрохимических покрытий”, представляет собой законченный научный труд, выполненный автором самостоятельно.

Диссертация изложена на 249 страницах машинописного текста и состоит из введения, 5 разделов, общих выводов, списка использованной литературы из 250 наименований и 13 приложений. В диссертации содержится 100 рисунков и 9 таблиц.

**Актуальность работы** обусловлена необходимостью научного обоснования и создания новых технологических и технических решений, обеспечивающих снижение изнашивания подвижных соединений рабочих поверхностей с покрытиями, упрочненными электротермической обработкой, и, как следствие, повышение долговечности деталей машин.

В условиях старения машинно-тракторного парка, многократного удорожания машин и запасных частей, нехватки финансовых средств, проблема технического оснащения сельскохозяйственного производства не может быть решена только за счет увеличения поставок новой техники.

Большая роль в этом отводится эффективному использованию имеющегося парка машин, постоянному поддержанию его готовности за счет тех-

нического обслуживания, а также развитию и совершенствованию технологических процессов ремонта сельскохозяйственной техники.

На современном этапе развития науки и техники для создания различных конструкций машин и механизмов, а так же их ремонта требуется применять материалы, обладающие высокими физико-механическими свойствами, которые способны противостоять изнашиванию при различных режимах работы узлов трения и применяемых агрессивных сред. Существующие способы восстановления и упрочнения таких деталей, как на стадии изготовления, так и при ремонте не лишены недостатков, существенно ограничивающих область применения того или иного способа.

Одним из перспективных способов упрочнения рабочих поверхностей деталей является применение композиционных электрохимических покрытий (КЭП) для повышения долговечности восстановленных и новых деталей сельскохозяйственной техники.

Это направление является актуальным и представляет значительный практический интерес. Следует отметить, что получение композиционных покрытий является важным направлением развития современной гальваностегии, которое отвечает возрастающим требованиям современной техники к качеству конструкционных материалов. Вместе с тем недостаток основных теоретических положений по технологии получения КЭП сдерживает их применение в производстве. Настоящая работа посвящена решению перечисленных вопросов, что и определяет ее актуальность.

Рассматриваемая работа, является частью комплексных исследований, проводимых в соответствии с тематическим и научно-прикладным планами НИР по теоретическому и экспериментальному исследованию сложных систем на основе железа с целью создания материалов с особыми свойствами.

Оценивая представленную работу можно сделать вывод, что проведенное соискателем исследование обладает не только актуальностью, но и высокой научной новизной.

Первая глава работы носит обзорный характер. Автором последовательно описываются существующие подходы к повышению долговечности быстроизнашиваемых деталей и обосновывается возможность применения для этого КЭП. Указаны преимущества и недостатки покрытий, а также сформулированы основные требования и определены направления совершенствования их свойств.

Вторая глава посвящена постановке задач формирования цели и разработке общей методики исследований.

Особый интерес представляют методики определения объемного содержания дисперсной фазы в композите методом микротвердости; определения параметров субмикроструктуры покрытий по их дилатации; определения оптимальной износостойкости КЭП по их шероховатости; расчета модуля упругости зернистых композитов методом конечных элементов.

В третьей главе обосновываются теоретические основы формирования и электротермической обработки КЭП. Рассмотрена взаимосвязь прочностных свойств электролитических осадков с их структурой. Рассмотрена взаимосвязь структуры, прочности и износостойкости электролитических композитов. Теоретически обосновано формирование связи дисперсной фазы и матрицы электрохимических композитов. Установлено влияние электротермической обработки на прочностные свойства КЭП.

Четвертая глава посвящена исследованию влияния электротермической обработки на структуру и некоторые свойства КЭП.

Показано, что интенсивность электронагрева композитов зависит от природы дисперсной фазы и матрицы, которые при нагреве могут взаимодействовать с образованием новых фаз. Показано, что толщина модифицированного слоя зависит от вида воздействия, природы компонентов и структуры композиционного покрытия, частоты тока, плотности потока лазерного излучения, длительности импульса, длины волны излучения. Найдены оптимальные режимы электромодификации композиционных электрохимических покрытий железо-карбид бора с помощью импульсного лазера.

Износостойкость электромодифицированных композиционных покрытий повышается в 1,5...2,5 раза, прочность при растяжении в 4...5 раз в сравнении с КЭП без обработки.

В пятой главе рассмотрены технологические основы, производственное внедрение и технико-экономическое обоснование технологического процесса электротермической обработки КЭП.

**Научная новизна работы** заключается в том, что автором выполнен анализ процессов электрохимической обработки КЭП с помощью ТВЧ или лазерного излучения. Установлены аналитические зависимости для выбора режимов термообработки с учетом гетерогенности и особенностей структуры электроосажденных композиционных покрытий. Выявлены общие закономерности влияния температуры нагрева КЭП на изменение их структуры, физико-механических и эксплуатационных свойств. Установлена связь физико-механических свойств КЭП с интегральным показателем совершенства субмикроструктуры покрытий. Установлена связь шероховатости и износостойкости КЭП в условиях абразивного изнашивания. Предложена модель формирования шероховатости покрытий, учитывающая прочностные свойства и морфологию КЭП. Разработаны и предложены методы оценки и экспресс-контроля свойств КЭП.

**Практическая значимость** работы заключается в разработке, апробации и внедрении в производство технологических процессов модификации КЭП электротермической обработкой. Технологические процессы апробированы и внедрены в производство со значительным экономическим эффектом. Технологии апробированы на примере восстановления и повышения долговечности широкой номенклатуры деталей: золотников гидрораспределителей, крестовин КАМАЗа, шкворней МАЗ, дисков фрикционов трактора К-701, деталей почвообрабатывающих машин.

**Степень достоверности и обоснованности результатов работы.** Результаты исследований, изложенные в диссертационной работе Кисель Ю.Е. базируется на научном материале и научно обоснованы. Достоверность ре-

зультатов проведенных исследований подтверждена актами о проведении производственных испытаний экспериментальных деталей, восстановленных по разработанным технологиям.

Методологической основой является системный подход к изучению и описанию процессов нанесения КЭП, их электротермической обработки, поведения поверхностей деталей при воздействии на них. Теоретические исследования проведены с использованием положений теорий упругости, трещинообразования и разрушения материалов, трения и износа, физика спекания материалов, теории вероятности и математической статистики.

Достоверность полученных результатов подтверждается применением современных методов исследования, поверенных приборов и оборудования, стандартных методик определения структуры и свойств материалов, статистической обработкой результатов исследований, сопоставлением теоретических результатов с экспериментальными данными. В экспериментальных исследованиях осуществлялась необходимая повторяемость опытов. Ошибка в определении контролируемых показателей не превышала 5 %.

**Выводы и практические рекомендации**, представленные в диссертационной работе, вполне обоснованы и соответствуют сущности проведенных исследований.

**Структура и оформление** диссертации отвечает предъявляемым требованиям. Материал изложен грамотно, легко читается и воспринимается.

Из недостатков работы можно отметить следующие:

1. Обзор в первой главе некоторых известных и устаревших подходов кажется излишними. Их стоило вынести во введение в виде исторической справки или совсем опустить.

2. Теоретическому анализу предложенного метода в диссертации уделено недостаточно внимания по сравнению с численными экспериментами.

3. Утверждение автора о повышении усталостной прочности восстановленных деталей недостаточно обоснованы.

4. Желательно было более широко представить влияние параметров электроосаждения и термообработки покрытий на микроструктуру и ее анализ, поскольку именно с микроструктурой связаны все изменения физико-механических свойств.

5. Поскольку целью работы, наряду с электротермической обработкой являлось совершенствование КЭП, следовало отразить это в теме диссертационной работы.

6. В работе недостаточно внимания уделено вопросам долговечности восстановленных деталей и определения их показателей.

7. Следовало обратить внимание на экологические проблемы применения электроосажденных покрытий.

В это же время отмеченные недостатки не снижают качества рецензируемой работы.

Материалы диссертации и автореферата полностью соответствуют публикациям в открытой печати. Учитывая актуальность, методический уровень, новизну и практическую значимость работы необходимо считать, что она является законченным научным трудом. Диссертация выполнена в соответствии с требованиями ВАК РФ, а ее автор Кисель Юрий Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

Проректор по учебной работе  
ФГБОУ ВПО «Курская ГСХА»,  
д.т.н., профессор



*В.И. Серебровский*

В.И. Серебровский

Подпись	<i>В.И. Серебровский</i>
	<i>В.И.</i> Удостоверяю
Специалист ОК	<i>С.С. Федотов</i>
	<i>12 мая 2014г.</i>