

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по науке

ГНУ ГОСНИТИ

 Р.Ю. Соловьев

« 21 »  20 19 г.



### Отзыв

ведущей организации государственного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка» на диссертационную работу Киселя Юрия Евгеньевича «Повышение долговечности деталей сельскохозяйственной техники электротермической обработкой композиционных электрохимических покрытий», представленную к защите в диссертационном совете Д.220.061.03 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова» по специальности 05.20.03 – технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве

### Актуальность диссертации

Создание технологии восстановления деталей сельскохозяйственных машин износостойкими покрытиями из электролитов суспензий является весьма актуальной задачей современного ремонтного производства, так как ресурс восстановленных электрохимическим способом деталей не всегда соответствует ресурсу новых, особенно, если детали работают в тяжелых условиях эксплуатации, изготовлены из легированных сталей и цветных металлов, подвержены температурным воздействиям. Наиболее остро эта проблема стоит для деталей, испытывающих высокие контактные знакопеременные нагрузки и детали почвообрабатывающей техники. Преждевременный выход из строя этих деталей снижает ресурс сельскохозяйственных машин и оборудования в среднем на 30...60%.

Вопросы теории, исследование свойств композиционных электрохимических покрытий (КЭП), практика их получения и применения нашли отражение в многочисленных статьях и монографиях. Вместе с тем недостаточное теоретическое обоснование и экспериментальная изученность технологии сдерживает ее применение в производстве.

Поэтому настоящая работа, посвященная теоретическому обоснованию и экспериментальной проверке новой технологии восстановления деталей термически обработанными композиционными покрытиями из электролитов-суспензий, является весьма актуальной.

### **Общая характеристика диссертации**

Диссертация состоит из введения, пяти разделов, общих выводов, списка литературы (250 наименований) и 13 приложений. Структура диссертации соответствует цели и задачам исследований. Автореферат диссертации в полной мере отражает ее содержание.

### **Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ**

Работа выполнялась в соответствии с государственной программой развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008...2012 годы (утверждена постановлением Правительства Российской Федерации № 446 от 14 июля 2007 г.), является частью исследований по НИОКР № 1.4.05 «Теоретическое и экспериментальное исследование сложных систем на основе железа с целью создания материалов с особыми свойствами».

### **Оценка достоверности и новизна результатов диссертации**

Представленные положения и выводы обоснованы достаточным объемом экспериментальных данных и надежной базой сравнения, полученной при комплексном решении поставленных задач. Достоверность результатов подтверждается использованием апробированных методик исследований, применением современной поверенной измерительной и регистрирующей аппаратуры, математических методов планирования и обработки экспериментальных данных, результатами стендовых и эксплуатационных испытаний восстановленных деталей, а так-

же опытом производственного использования разработанных автором технологических процессов. Результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 52 научных трудах, защищены двумя патентами на изобретение РФ. Материалы работы представлены на 25 международных, всероссийских и межвузовских конференциях и семинарах. Публикации и доклады в достаточной мере отражают содержание диссертационной работы.

Автором выполнены теоретические и экспериментальные исследования физико-механических свойств электролитического железа в зависимости от его тонкой структуры, механизма взаимодействия твердых частиц и железной матрицы в процессе электролиза и последующей термообработки, которые позволили выбрать направления повышения физико-механических свойств и износостойкости электрохимических покрытий.

В работе впервые выполнено теоретическое и экспериментальное обоснование получения электролитическим осаждением высокопрочного состояния железа, его сплавов и КЭП путем формирования их высокодисперсных неравновесных дислокационных структур, определяющих служебные свойства. Найдены зависимости, формирующейся в процессе их получения структуры от дилатации. Установлена связь свойств композитов с их геометрической структурой, природой составляющих, размерами дисперсных частиц.

Впервые теоретически обоснован и предложен механизм модификации КЭП последующей термической обработкой. Предложены его модели, позволяющие объяснить и прогнозировать влияние факторов термического воздействия на формирование свойств композиционных покрытий. Вскрыты закономерности активирования физико-химических реакций межфазного взаимодействия и предложены модели управления процессом образования прочных связей между дисперсной фазой и матрицей КЭП. Выполнена экспериментальная проверка теорий, подтверждены их основные положения и установлены закономерности получения термообработанных КЭП. Показано, что термическое воздействие приводит к образованию и усилению связей на межфазной границе, улучшению физико-механических свойств и структуры гетерогенных покрытий. Определена область

применения модифицированных КЭП для восстановления и упрочнения деталей. Предложен ряд оригинальных методов исследования состава и физико-механических свойств покрытий.

### **Значение полученных результатов для теории и практики**

Выполнен анализ процессов электротермической обработки КЭП с помощью токов высокой частоты (ТВЧ) или лазерного излучения (ЛИ). Установлены аналитические зависимости для выбора режимов термообработки с учетом гетерогенности и особенностей структуры электроосажденных композиционных покрытий, выявлены экспериментальные закономерности влияния режимов ЛИ и ТВЧ на структуру, физико-механические и эксплуатационные свойства КЭП.

Установлена связь физико-механических свойств КЭП с их дилатацией как интегральным показателем совершенства субмикроструктуры покрытий, найдены зависимости между содержанием дисперсной фазы в покрытии, размерами частиц и износостойкостью КЭП на основе железа в условиях абразивного изнашивания.

Установлена связь установившейся шероховатости и износостойкости КЭП в условиях абразивного изнашивания. Предложена модель формирования шероховатости КЭП, учитывающая прочностные свойства и морфологию КЭП.

Разработаны и проверены методы оценки и экспресс-контроля свойств КЭП: объемного содержания дисперсных частиц в КЭП методом микротвердости; параметров субмикроструктуры матрицы КЭП по их дилатации; упругих характеристик композиционных материалов методом конечных элементов; оптимизации износостойкости композитов по их установившейся шероховатости.

Разработаны, апробированы и предложены производству технологии и рекомендации по восстановлению и повышению долговечности быстроизнашиваемых деталей сельскохозяйственной техники КЭП с последующей электротермической обработкой ТВЧ или ЛИ. В практику ряда ремонтных предприятий АПК Брянской области внедрены технологические процессы и оборудование для восстановления и повышения долговечности золотников гидрораспределителей Р100 и РХ345 (ООО «ГИДРОРЕМСЕРВИС»), золотников гидрораспределителей Р80 (ОАО «192 ЦЗЖТ»), крестовин и шкворней (ГУП «Брянская АК-1403»); дисков

фрикционных трактора К-701 “Кировец” (ОАО «Глинищеворемтехпред»), зубьев траншейного экскаватора (ООО «ТЕХКОН»).

### **Рекомендации по использованию результатов диссертации**

Разработанные соискателем теоретические основы получения износостойких покрытий могут быть использованы научно-исследовательскими и проектно-технологическими организациями для совершенствования существующих и разработки новых технологических процессов восстановления и упрочнения деталей машин и в учебных целях.

Практические рекомендации работы, электролиты, устройства, технологические процессы получения покрытий целесообразно использовать на ремонтных предприятиях агропромышленного комплекса страны для восстановления изношенных деталей сельскохозяйственной и другой техники, а также для упрочнения новых.

Разработанные автором новые методики априорной оценки и определения состава, структуры и некоторых физико-механических свойств КЭП могут быть использованы в научных исследованиях и на производстве.

### **Замечания по диссертации**

1. Принятые для исследований и разработанные автором технологии восстановления и упрочнения деталей является достаточно технически сложной, относительно дорогой (необходимо применение лазера, ТВЧ, электролитических ванн, особые требования к экологии), что ставит под вопрос целесообразность ее применения для малых партий (программ) восстановления деталей в условиях современной организации сельского хозяйства России.

2. Автором практически не рассмотрены вопросы экологии и влияние процесса на окружающую среду.

3. В работе недостаточно выполнено исследований финишной обработки деталей с термообработанными КЭП.

4. Автор рекомендует разработанную технологию для восстановления деталей работающих в условиях ограниченной смазки, хотя исследований износостойкости КЭП в подобных условиях не проводил.

5. Автор практически не уделил внимания такому известному недостатку электрохимической технологии как малая скорость осаждения покрытий, хотя известны способы повышения его производительности за счет активации поверхности абразивными частицами или применения нестационарных режимов электролиза.

6. Ряд выводов (п.1 и 2) выполнен в форме аннотации и не несет конкретной информации.

7. В работе встречаются недостатки редакционного плана:

- некоторые физические величины и их единицы измерения представлены не в системе СИ;

- при расчете долговечности деталей автор ссылается на программу, текст которой в работе не приведен;

- в разделе 3 приведен ряд формул (3.15 - 3.19) без указания границ их применения.

### Заключение

Диссертация Киселя Юрия Евгеньевича «Повышение долговечности деталей сельскохозяйственной техники электротермической обработкой композиционных электрохимических покрытий» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной по специальности 05.20.03 – технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

В целом диссертация выполнена на высоком научном уровне, отвечает требованиям п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней. Работу можно квалифицировать, как крупное научное достижение, имеющее важное хозяйственное значение, вносящее значительный вклад в развитие страны, что ее автор – Кисель Юрий Евгеньевич, достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 – технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

Научный консультант ГНУ ГОСНИТИ,

Заслуженный деятель науки РФ,

д.т.н., профессор



В.П. Лялякин