

Отзыв официального оппонента
на диссертационную работу **Шишурина Сергея Александровича** «Повышение долговечности агрегатов сельскохозяйственной техники восстановлением прецизионных деталей нанокompозиционными гальвано-химическими покрытиями» на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 - Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве

Актуальность темы диссертации

Применение электрохимических и химических покрытий с включением твердых дисперсных частиц для повышения ресурса восстановленных и новых деталей отвечает возрастающим требованиям современной техники к надежности конструкционных материалов. Среди главных достоинств таких покрытий отмечается значительное повышение износостойкости восстановленных деталей.

В связи с этим избранная тема диссертации является актуальной.

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

На основе анализа предшествующих исследований, а также по результатам теоретических и экспериментальных исследований соискатель, в разделе «Заключение» привел 7 общих выводов. В целом их содержание достоверно и отражает научную новизну и практическую значимость работы. Вместе с тем следует обратить внимание на ряд имеющихся в них недостатков.

В выводе 1 автор показывает, что цель работы достигнута – теоретически обоснован, разработан, апробирован и внедрен в производство новый технологический процесс повышения ресурса восстановленных деталей гидро- и топливной аппаратуры нанесением упрочняющих композиционных гальванических покрытий на основе хрома и железа и химических покрытий на основе никеля с включениями нанокерамики. На наш взгляд автору следовало бы привести в работе и выводе ссылки на соответствующие патенты, подтверждающие техническую новизну решений, и указать конкретную научную новизну проблемы, решенной в работе.

В выводе 2 автор доказал зависимость надежности сельхозтехники от долговечности ее гидро- и топливной аппаратуры, чем подчеркнута значимость работы. К сожалению, отсутствует ясность оригинальности работы в сравнении с существующими разработками в данной области.

Вывод 3. На основании литературных данных автор предположил, что преобладающим видом изнашивания рабочих поверхностей соединений топливной и гидроаппаратуры является абразивное. На этой основе автор полу-

чил зависимости, позволяющие оценить долговечность восстанавливаемых деталей по их среднему ресурсу. Отмечено, что одним из путей повышения износостойкости узлов является повышение физико-механических свойств композитов за счет влияния частиц на тонкую структуру матрицы при осаждении из электролитов – суспензий.

Вместе с тем предложенная автором модель упрочнения композиционных покрытий наночастицами за счет влияния наполнителя на тонкую структуру их основы не согласуется с рабочей гипотезой и теорией абразивного изнашивания, так как нет анализа связи структуры покрытий с их физико-механическими свойствами. Согласно указанным теориям механизм влияния наполнителя на свойства композитов определяется как влиянием включений на подвижность дефектов структуры матрицы, так и на перераспределение нагрузок между компонентами. Видимо поэтому, предлагаемая автором модель не может объяснить влияние нанокерамики на твердость и износостойкость матрицы и связь компонентов композита.

Вывод 4. Автор экспериментально установил режимы электролиза и содержание нанокерамики в растворе, отвечающие наибольшей твердости покрытий. Следует отметить, что на твердость композита влияет нанокерамика, находящаяся не в растворе, а в покрытии. Вывод следовало бы дополнить анализом причин повышения физико-механических свойств осадков, в частности, их зависимость не только от режимов электролиза, но и от природы и содержания наполнителя в композите и вида связи компонентов.

В выводе 5 автор конкретизирует предмет исследований, переходя к композитам хром-наноэлектрокорунд, железо-наноалюмонитрид и никель со смесью наночастиц электрокорунда и полититаната калия. Для них установлены оптимальные режимы нанесения гальванических и химических покрытий, отвечающие их наибольшей износостойкости. Сделана попытка связать износостойкость с физико-механическими свойствами покрытий, что, к сожалению, не нашло отражения в выводе. Не в полной мере подтверждается заключение автора об активации процесса осаждения и изменении структуры гальванических и химических покрытий частицами нанокерамики, так как в работе не нашли отражение данные о скорости роста осадков, выходу по току, плотности и другие.

Вывод 6. Автор установил, что композиты с нанокерамикой на рабочей поверхности деталей повышают расчетный межремонтный ресурс соединений в 1,1...1,7 раза в сравнении с серийными, в силу того, что нанонаполнители, как показано в литературе, не являются эффективным средством повышения износостойкости композитов. Автором не указаны конкретные физико-механические и морфологические свойства деталей соединения, использованные в расчетах межремонтного ресурса (предел прочности на растяжение и сдвиг, относительная остаточная деформация, модуль упругости, модуль сдвига, шероховатость и волнистость поверхности и другие).

В выводе 7 автор приводит результаты апробации и оценки эффективности технологии нанесения гальванических и химических покрытий с включением нанокерамики на примере повышения долговечности гидрораспределителей и плунжерных пар топливных насосов, что подтверждается актами внедрения технологических процессов в хозяйствах Саратовской, Челябинской и других областях. Вызывают удивление высокие требования автора к точности поддержания оптимальных параметров электролиза (плотности тока, температуры, содержания наполнителя и других). Не ясно, как сам автор мог их соблюсти лабораторных и производственных в условиях.

В целом **научную новизну** работы составляют математическая модель влияния наночастиц на микротвердость композитов и результаты исследования некоторых физико-механических свойств композитов с нанокерамикой.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке технологии повышения долговечности соединений деталей гидро- и топливной аппаратуры сельхозтехники композитами с нанокерамикой, новых установок и методов подготовки электролитов-суспензий для ее реализации.

Оценка содержания диссертационной работы

Диссертация Шишурина С.А. включает введение, 5 глав, заключение, список литературы из 234 наименований и 15 приложений, изложена на 419 страницах машинописного текста (в том числе 144 страницы приложений), содержит 88 рисунков и 22 таблицы.

Общие замечания по диссертационной работе

1. Предположенная автором математическая модель не отражает механизмы упрочнения гальванических и химических покрытий наночастицами. Не ясно, какую размерность имеет теоретическая микротвердость, рассчитанная с помощью выражения (2.40). Следует уточнить, как выражение (2.39) позволяет определить содержание частиц наполнителя в композиционном покрытии. Ведь включение частиц в осадки зависит от режимов нанесения покрытий, гидродинамики электролита-суспензии, за счет выделяющихся при электролизе газов, и других параметров электролиза.

2. Автор не разработал и не предложил методы контроля химического состава и физико-механических свойств используемых им частиц нанокерамики, методы контроля их содержания в электролите и покрытии. Не ясно, почему автор не выбрал широко применяемые методы количественного определения прочности сцепления покрытия с основой, а остановился только на качественных. Не приведено результатов исследований предварительной и финишной обработки образцов с покрытиями перед испытаниями, которая может приводить к изменению механических свойств осадков и нарушению их адгезии с основой. Не обоснованы необходимость и параметры термической обработки химических нанокompозитов. Следует заметить, что достоверность экспериментальных данных необходимо подтверждать их статистической обработкой, чем автор в ряде случаев пренебрегает.

3. В ряде случаев автор приводит описание микроструктуры, фазового состава и механических свойств композитов, в которых содержится большое количество посторонних веществ (например, углерода - 2...7% по массе). Не ясно, как учитывалось их влияние на свойство композитов. Можно предположить, что их наличие обусловлено нарушением методики опытов, например, отсутствием фильтрации электролитов.

4. Представленные рекомендации по организации восстановления и упрочнения деталей композитов с нанокерамикой, по подбору и эксплуатации электролитов, материалы по испытанию технологического процесса и эксплуатационным испытаниям деталей, восстановленных по предлагаемым методам, не учитывают влияние технологического процесса на экологию и окружающую среду. Не рассмотрены вопросы очистки сточных вод и утилизации промышленных отходов. Некоторые рекомендации по соблюдению технологических режимов технически невыполнимы. Для полноты оценки эффективности предлагаемой технологии, необходимо было бы провести ее сравнение с существующими на производстве.

Основные положения диссертации нашли широкое отражение в опубликованных работах, в том числе в рецензируемых изданиях.

Содержание автореферата в целом соответствует основным положениям диссертации.

Общее заключение по диссертации

Диссертация **Шишурина Сергея Александровича** является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена важная народно-хозяйственная проблема повышения долговечности сельскохозяйственной техники. В целом она соответствует критериям и требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям (Положение о порядке присуждения ученых степеней, п. 9), а ее автор, Шишурин С. А., заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве.

Профессор кафедры электроэнергетики
и автоматики ФГБОУ ВО Брянский ГАУ,
доктор технических наук по специальности
05.20.03 – «Технологии и средства
технического обслуживания в сельском
хозяйстве», доцент

Кисель Юрий Евгеньевич

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный аграрный университет»

Почтовый адрес: 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а. Телефон: +7(48341) 24-721. Факс: +7(48341) 24-721, E-mail: cit@bgsha.com

