

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научной работе
и стратегическому развитию,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Удмуртского ГАУ,

С. И. Коконов

2024 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации - федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет» на диссертационную работу Басова Сергея Сергеевича «Разработка технологии упрочнения шнеков экструдеров диффузионным борированием сверхвысокочастотным нагревом в обмазках», представленную в диссертационный совет 35.2.030.03, созданный на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Актуальность темы исследования.

Повышение работоспособности машин и оборудования для животноводства, предназначенных для приготовления полнорационного сбалансированного корма для животных, является одной из главных задач развития животноводства в Российской Федерации. В настоящее время около 95% сельскохозяйственной техники в РФ является импортной, поставляемые запасные части тоже импортные. Импортная техника, как и запчасти к ним по многим показателям превосходят отечественную сельскохозяйственную технику. Рабочие органы, входящие в состав импортной техники, отличаются повышенной износостойкостью, увеличенным сроком несущей способности и в целом надежностью. Однако, даже они подвергаются значительным износам, которые происходят в процессе их эксплуатации. Увеличить срок службы рабочих органов

возможно, если учитывать условия их работы и применять современные средства для упрочнения рабочих поверхностей деталей.

Выполненные исследования обусловлены проблемами, связанными с низкой надёжностью рабочих органов сельскохозяйственной техники для животноводства. Основная причина повреждения рабочих органов экструдеров – шнеков является коррозионно-механическое изнашивание их рабочих поверхностей. Повысить долговечность шнеков экструдеров можно за счет совершенствования существующих методов и средств упрочнения их рабочей поверхности. В настоящее время существует большое количество способов упрочнения шнеков экструдеров, не отвечающих технико-экономическому критерию их внедрения. Поэтому разработка новой технологии по увеличению их ресурса является актуальной задачей.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития науки в инженерной сфере АПК.

Значимость результатов исследований для науки: теоретически доказана возможность образования боридного покрытия в условиях кратковременного сверхвысокочастотного нагрева при сохранении исходных свойств основы деталей; разработана математическая модель процесса диффузионного борирования методом сверхвысокочастотного нагрева в обмазках и обоснованы параметры поступательного движения индукционного нагревателя с вращательным движением шнекового рабочего органа в процессе упрочнения его рабочей поверхности.

Значимость результатов исследований для практики: определены термодинамические условия получения боридного покрытия сверхвысокочастотным нагревом; разработана технология повышения долговечности шнеков экструдеров диффузионным борированием сверхвысокочастотным нагревом в обмазках; разработана установка для упрочнения шнеков экструдеров диффузионным борированием в обмазках нагревом СВЧ (патент РФ на изобретение RU 2820894); разработана программа, формирующая G-code генерации частоты вращения шнекового рабочего органа и

возвратно-поступательного движения индукционного нагревателя (патент на ЭВМ №20224669388); согласовано поступательное движение сверхвысокочастотного индукционного нагревателя с вращательным движением шнека экструдера, рекомендуемая скорость движения индуктора составляет 0,2 м/мин, угловая скорость вращения шнека $0,8 \text{ с}^{-1}$.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования.

На основании выводов и результатов диссертационного исследования была разработана установка для упрочнения шнеков экструдеров диффузионным борированием в обмазках нагревом СВЧ (патент РФ на изобретение RU 2820894). Разработана программа, формирующая G-code генерации частоты вращения шнекового рабочего органа и возвратно-поступательного движения индукционного нагревателя (патент на ЭВМ №20224669388).

Упрочнение шнеков экструдеров диффузионным борированием в обмазках сверхвысокочастотным нагревом позволяет увеличить ресурс шнеков экструдеров в 1,5 раза.

Достижения результатов диссертационного исследования подтверждается актом о постановке на эксплуатационные испытания упрочненных шнеков экструдеров методом диффузионного борирования сверхвысокочастотным нагревом в обмазках и актом внедрения научно-исследовательской работы в производственных условиях СПК «Путь к Новой Жизни» (Нижегородская область, Воскресенский район, деревня Бараново, д. 2).

Оценка содержания диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 142 источников и 6 приложений. Диссертация изложена на 127 страницах, содержит 30 таблиц и 45 рисунков.

Во введении обоснована актуальность исследования, определена цель, а именно, – разработка технологии упрочнения шнеков экструдеров диффузионным борированием сверхвысокочастотным нагревом в обмазках, поставлены задачи исследования, описаны основные положения диссертационного исследования, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ по производству кормовых экструдеров, их эксплуатации и отказам. Рассмотрены основные причины износа и его влияние на эксплуатацию кормовых экструдеров. Описаны основные способы восстановления и упрочнения шнеков экструдеров. Установлено, что наиболее перспективным способом упрочнения шнеков кормовых экструдеров является диффузионное борирование сверхвысокочастотным нагревом в обмазках. Заданы требования к разрабатываемой технологии.

Во второй главе сформирована модель теоретических исследований и рассмотрены теоретические основы определяющих параметров физико-механических свойств шнековых рабочих органов. Описан процесс совмещения способа диффузионного борирования в обмазках сверхвысокочастотным нагревом. Описан процесс поступательного движения индукционного нагревателя и вращательного движения шнека.

В третьей главе изложены программа, общая и частные методики проведения экспериментальных исследований, дано описание экспериментальных установок и средств измерений.

Представлена новая запатентованная установка для упрочнения шнеков экструдеров диффузионным борированием сверхвысокочастотным нагревом в обмазках.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований. Установлена зависимость толщины боридного слоя от температуры насыщения, которая подчиняется экспоненциальному закону. Получена математическая модель процесса диффузионного борирования сверхвысокочастотным нагревом. Установлен оптимальный режим сверхвысокочастотного борирования в обмазках. Разработана структурная схема новой технологии упрочнения шнеков экструдеров.

В пятой главе представлены результаты расчета экономического эффекта от внедрения разработанной технологии.

В заключении изложены обобщенные выводы, содержание и структура которых полностью соответствует поставленным задачам исследования.

Замечания по диссертационной работе

1. В работе не полностью раскрыт механизм процесса нагрева поверхностного слоя обрабатываемой детали при помощи СВЧ нагрева, в частности не совсем понятно как обеспечивали равномерность прогрева пограничного слоя на рабочей поверхности со сложной геометрической формой.

2. Каким образом оценивали толщину слоя обработки в 250 мкм?

3. В работе можно было представить модель теплопроводности в процессе СВЧ нагрева в поверхностных слоях, которая позволила бы более полно контролировать техпроцесс и обеспечивать однородность получаемой структуры поверхностного слоя.

4. В заключении диссертации выводы 2, 3, 4 и 7 носят констатирующий характер о выполненных задачах, имеющие только качественное обоснование. Выводы следовало бы сделать более лаконичными с количественными показателями, так второй вывод является продолжением первого, четвертый и пятый, а также седьмой и восьмой являются продолжением друг друга.

Завершенность и качество оформления диссертационной работы.

Цель, задачи и основные положения диссертационной работы согласуются со структурой и содержанием выводов исследования, имеют научную новизну. Все поставленные соискателем задачи решены.

Достоверность результатов подтверждается результатами лабораторных и эксплуатационных испытаний, применением общепризнанных научных положений и методик исследований, а также высоким уровнем совпадения теоретических положений и экспериментальных данных.

Научные результаты опубликованы в 10 научных работах, 3 из которых опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, имеются патент на

изобретение № 2820894 и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024669388.

Результаты исследований неоднократно докладывались на конференциях, в том числе международных, а также реализованы путем постановки на эксплуатационные испытания упрочненных по новой технологии шнеков кормовых экструдеров в производственных условиях СПК «Путь к Новой Жизни» (Нижегородская область, Воскресенский район, деревня Бараново, д. 2).

Диссертационная работа и автореферат изложены технически грамотным языком.

Автореферат соответствует основным положениям диссертации, а материалы представлены в логической последовательности. Диссертационная работа имеет новые научные результаты.

Заключение

Диссертация Басова Сергея Сергеевича «Разработка технологии упрочнения шнеков экструдеров диффузионным борированием сверхвысокочастотным нагревом в обмазках» содержит новые научно-обоснованные технические решения по разработке новой технологии получения упрочняющего покрытия на рабочих поверхностях шнеков кормовых экструдеров. Внедрение разработанной технологии вносит значительный вклад в развитие страны и соответствует паспорту специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Диссертационная работа Басова Сергея Сергеевича является завершенной научно-квалификационной работой, которая по актуальности, новизне и практической значимости, а также объёму выполненных исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Басов Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Диссертационная работа, автореферат диссертационной работы, отзыв ведущей организации на диссертационную работу рассмотрены, обсуждены и одобрены на расширенном заседании кафедры теоретической механики и сопротивления материалов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет» «31» октября 2024 года, протокол № 2.

Присутствовало на заседании 17 человек.

Результаты голосования: «за» - 17, «против» - нет, «воздержались» - нет.

Председатель заседания:
заведующий кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ канд. техн. наук (05.02.18), доцент

Алексей Генрихович
Иванов

Составитель отзыва:
профессор кафедры теоретической механики и сопротивления материалов ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ доктор техн. наук (05.20.03), доцент

Павел Владимирович
Дородов

Секретарь заседания:
доцент кафедры эксплуатации и ремонта машин ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ канд. техн. наук (4.3.1.)

Виталий Анатольевич
Петров

Сведения о ведущей организации.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ), Министерство сельского хозяйства Российской Федерации.

426069, Россия, ПФО, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11. тел. +7(3412)58-99-47, email: info@udsau.ru, официальный сайт: <https://www.udsau.ru>.

Подпись завершено
Начальник управления
кадрового делопроизводства
Удмуртского ГАУ

