

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента, доктора технических наук, доцента Федорова Сергея Константиновича на диссертационную работу Басова Сергея Сергеевича на тему «Разработка технологии упрочнения шнеков экструдеров диффузионным борированием сверхвысокочастотным нагревом в обмазках» представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. – «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса» в диссертационный совет 35.2.030.03 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»**

### **1. Актуальность темы диссертации**

Разработка новых способов и совершенствование уже известных перспективных направлений повышения надежности техники, во всех отраслях экономики РФ, является актуальной задачей ученых и специалистов сельскохозяйственного машиностроения.

Рабочие органы кормоприготовительной техники подвергаются интенсивному износу. Для уменьшения их износа необходимо учитывать схемы нагружения и условия эксплуатации рабочих органов. Оптимизировать процессы приготовления кормов возможно за счет приготовления комбикорма при помощи экструдеров. Главным рабочим органом экструдеров является шнек. От надежности его работы зависит продуктивность сельскохозяйственных животных.

Поэтому работа Басова Сергея Сергеевича, направленная на разработку новой технологии упрочнения шнеков экструдеров является актуальной, а ее практическая реализация, позволит повысить надежность техники для приготовления кормов.

### **2. Научная и практическая значимость работы**

**Научная новизна исследований** заключается в теоретическом обосновании возможности образования боридного покрытия поверхностного

слоя, в разработке математической модели диффузионного борирования в обмазках в условиях высокочастотного нагрева, в разработке соискателем режимов упрочнения шнеков экструдеров.

**Теоретическая и практическая значимость** работы связана с разработкой установки для упрочнения шнеков экструдеров диффузионным борированием в обмазках нагревом СВЧ и разработке программы, формирующей G-code генерации частоты вращения шнекового рабочего органа и возвратно-поступательного движения индукционного нагревателя; разработке технологического процесса и реализации технологии упрочнения в промышленных условиях. Новизна подтверждается 2 патентами РФ.

### **3. Анализ содержания диссертации и степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Диссертационная работа изложена на 127 страницах машинописного текста, состоит из введения, 5 глав, содержит 30 таблиц и 45 рисунков, заключения, список литературы, включающего 142 наименования, в том числе 14 на иностранном языке и 6 приложений.

**В первой главе** проанализированы доступные источники информации по рассматриваемой научно-технической проблеме и на основании результатов анализа сформулированы цель и задачи исследований.

**Во второй главе** теоретически доказана возможность протекания процесса диффузионного борирования сверхвысокочастотным нагревом в обмазках. Сформирована модель теоретических исследований и теоретические основы определяющих параметров физико-механических свойств шнековых рабочих органов.

**В третьей главе** представлены программа и методики испытаний. Даны технические характеристики испытательного оборудования, приборов. Представлено устройство для упрочнения шнеков экструдеров диффузионным борированием в обмазках СВЧ-нагревом.

**В четвертой главе** на основе полученного упрочненного слоя приведены результаты исследования микротвердости поверхностного слоя после, износостойкости и коррозионной стойкости.

**В пятой главе** приведена экономическая оценка результатов исследований.

В диссертации автор выносит на защиту восемь научных положений. Каждое положение сформулировано корректно, они логически связаны между собой, раскрывают тему и цель исследования.

Общие выводы приведены в соответствующем разделе диссертации. Автор сформулировал восемь развернутых выводов.

Первый вывод вытекает из аналитических и статистических исследований соискателя, подтверждается результатами подобных исследований других ученых.

Второй и третий выводы показывают, что соискателем проанализирована возможность протекания процесса борирования сверхвысокочастотным нагревом в обмазках и теоретически проанализирован вопрос сопоставление вращательного движения упрочняемого шнека экструдера и поступательно-вращательного движения индуктора.

Четвертый вывод приводит результаты по разработке установки для упрочнения шнеков экструдеров диффузионным борированием в обмазках сверхвысокочастотным нагревом.

Пятый и шестой выводы показывают количественные результаты проведенных лабораторных, стендовых и натурных исследований, а также рекомендованные режимы упрочнения, подтверждающих высокую эффективность полученных упрочненных поверхностей и позволяющих повысить надежность шнеков экструдеров пищевой промышленности.

Седьмой и восьмой выводы показывают результаты по разработке новой технологии упрочнения шнеков экструдеров и экономическую оценку новой технологии, подтверждающие эффективность применения

полученного защитного слоя в условиях реального сельскохозяйственного предприятия.

В целом, выводы диссертации основаны на корректном применении общепринятого исследовательского и аналитического опыта и опыте практической реализации результатов исследования в научных исследованиях.

Достоверность научных результатов обеспечена тем, что при разработке новой технологии были использованы основы термодинамики, гидродинамики, а также процессы и аппараты химической технологии. Эксперименты проводились с использованием стандартов и методик на современном оборудовании. Полученные результаты подтверждены лабораторными, стендовыми и натурными испытаниями. Обработка результатов исследований проводилась с использованием теории вероятностей и математической статистики.

Диссертационная работа Басова С.С. является научной работой, выполненной самостоятельно. Его личное участие заключается в постановке целей и задач исследований, разработке программы и методик лабораторных, стендовых и натурных испытаний, подготовке и написанию научных статей, апробации результатов исследований на международных, всероссийских, региональных конференциях, анализе и интерпретации опытных данных, а так же при внедрении результатов работы в производство.

#### **4. Соответствие публикаций и автореферата основным положениям диссертации**

Представленные в диссертации научные положения, выносимые на защиту, в необходимом объеме представлены в 10 научных работах, в том числе в 3 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, патенте на изобретение № 2820894 и свидетельстве о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024669388.

Содержание автореферата в полной мере отражает сущность диссертации. В автореферате изложены основные идеи и вывод диссертации, научная новизна и практическая ценность результатов исследований.

## 5. Замечания по диссертационной работе

1. На рис. 3.12 с. 75 указаны параметры твердости образцов. Термин – макротвердость некорректно применен, а микротвердость – следовало написать не отдельно.

2. При заполнении табл. 3.5 – Химический состав исследуемых сталей, следовало бы указать не табличные предельные данные различных сталей, а результаты спектрального анализа с конкретным значением химических компонентов.

3. Борирование относится к процессу химико-термической обработки с применением опасных и вредных химических соединений, приведенных в табл. 3.6. Однако в 3 главе и на рис. 3.8 не указаны оборудование и меры по безопасности жизнедеятельности.

4. Название таблицы 3.12, некорректное «Трудоемкость контроля с учетом времени на организацию процесса контроля». Соискателю следовало бы уточнить термины «контроль» и «измерение», т.к. в заголовке таблицы указан контроль, а в графах таблицы – указано измерение. Кроме того, необходимо придерживаться обозначение размерности в единой системе.

5. Непонятно с какой целью подготовлена таблица 3.16 и в частности, какова необходимость определения структурных составляющих «Перлит» и «Феррит» в упрочненном слое после сверхвысокочастотного нагрева?

6. Назвать штангенциркуль «специальным измерительным инструментом» (с. 79) несколько некорректно, т.к. это универсальный инструмент, используемый на предварительных стадиях изготовления. Методически, для измерения износа по наружному диаметру и толщине

витков шнека было бы оправдано использовать более точные приборы, например рычажную скобу с точностью 0,002 мм или использовать контурограф.

7. В списке литературы пункт 72 совпадает с пунктом 73.

8. В ряде случаев в диссертации, соискатель использует некорректные термины. На с. 34 табл. 1.4 «Закалка методом азотирования». Известно, что азотирование относится к методам химико-термической обработки, а не к процессу закалки. В этой же таблице в графе параметры, указано твердость на русском языке и зачем-то дублируется на английском, с какими-то буквами «RC».

9. Вывод 6 о повышении износостойкости борированных образцов, по сравнению с серийными, в 2,5 раз для сталей 65Г и 12Х18Н (цементация), не дает полной информации о виде обработки и твердости серийных изделий. Кроме того в автореферате (с. 19) соискатель приводит данные об увеличении износостойкости указанных сталей в 2...2,5 раз.

10. Выводы 5 и 7 следовало бы объединить в один, причем сначала указать содержание 7 вывода, а затем привести состав и режимы разработанной технологии сверхвысокочастотного борирования в обмазках.

Отмеченные выше замечания не снижают значимости проведенных исследований и не отражаются на общей положительной оценке диссертации.

## **6. Заключение по диссертации**

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, изложена грамотно и доступно для понимания с использованием общепринятых технических и научных терминов, имеющей достаточно высокий уровень выполнения исследований соискателем лично. Её содержание соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация

на соискание ученой степени кандидата наук. Текст диссертации отвечает требованиям, предъявленным к научным работам подобного рода.

Представленная тематика и исследования, представленные в работе, подтверждают ее соответствие паспорту специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Басова Сергея Сергеевича на тему: «Разработка технологии упрочнения шнеков экструдеров диффузионным борированием сверхвысокочастотным нагревом в обмазках» является завершенной научной работой. Несмотря на отмеченные выше замечания, не снижающие положительное впечатление о работе, считаю, что она соответствует критериям, изложенным в пунктах 9-14 «Положение о присуждении ученых степеней», утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г, № 842, а её автор, Басов Сергей Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент:

д.т.н., доцент, профессор кафедры

МТ13 «Технологии обработки материалов»

МГТУ им. Н.Э. Баумана



С. К. Федоров

02 декабря 2024 г.

Подпись Федорова С.К. заверяю:

Сведения об оппоненте:

Федоров Сергей Константинович, доктор технических наук по специальности 05.20.03 - технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве, доцент, профессор кафедры МТ13 «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.

тел. +7(906) 738-08-26

e-mail: momd@yandex.ru

