

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ  
доктор сельскохозяйственных наук,  
доцент

Колпаков Николай Анатольевич



2023г.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ) по диссертации, представленной Бесподеновым Романом Викторовичем на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Конструктивно-режимные параметры молотковой зернодробилки с оппозитной загрузкой исходного материала» выполнена в ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ» на кафедре «Механизация производства и переработки сельскохозяйственной продукции».

В период подготовки диссертации соискатель Бесподенов Роман Викторович обучался в ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ» на очной форме обучения по программе подготовки научно — педагогических кадров в аспирантуре, по направлению подготовки 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском лесном и рыбном хозяйстве», направленности (профилю) «Технологии и средства механизации сельского хозяйства», зачисленный приказом ректора от 07 августа 2020 года № 27-А.

В 2023 году окончил Алтайский ГАУ по программе подготовки научно — педагогических кадров в аспирантуре, по направлению подготовки 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском лесном и рыбном хозяйстве», направленности (профилю)

«Технологии и средства механизации сельского хозяйства». При этом защитил выпускную квалификационную работу и получил диплом об окончании аспирантуры с присвоением квалификация "Исследователь. Преподаватель-исследователь" (№ 102224 0726948, регистрационный номер 80А, дата выдачи 30 июня 2023 года).

Документ о сдаче кандидатских экзаменов выдан в 2023 году.

Научный руководитель – заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Механизация производства и переработка сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» Федоренко Иван Ярославович.

По результатам рассмотрения диссертации на тему «Конструктивно-режимные параметры молотковой зернодробилки с оппозитной загрузкой исходного материала» принято следующее заключение:

Научная работа направлена на решение задач по повышению эффективности измельчения кормового зерна.

#### **Актуальность диссертационного исследования**

Важнейшей составляющей животноводческой отрасли является производство кормов. На сегодняшний день молотковые дробилки используются в качестве основного оборудования для дробления зерна фуражного назначения. Получившие широкое распространение молотковые дробилки с горизонтальной осью вращения имеют негативные факторы шума и вибрации, возникающие в процессе переработки измельчаемого материала, в особенности в момент разрушения материала в рабочей камере после его загрузки, и высокую энергоёмкость процесса. Огромные объемы расхода электроэнергии, наличие указанных выше негативных факторов требуют разработки научных и технологических решений, способных снизить виброактивность дробилок и повысить на этой основе эффективность технологического процесса измельчения. Это является актуальной научной задачей в области приготовления комбикормов и совершенствования средств измельчения кормового зерна.

**Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук**

В процессе работы Бесподенов Р. В. сформулировал рабочую гипотезу, цель и задачи исследования. На основании поставленных задач провел анализ литературных источников, проанализировал преимущества и

недостатки применения различных способов измельчения зерна, усовершенствовал технологическую схему зернодробилки, что позволило снизить ее энергозатраты, вибрацию и шум. Обосновал рациональные параметры дробилки. Для подтверждения теоретических предпосылок провел ряд отсеивающих, однофакторных и многофакторных экспериментов. Обработал полученные экспериментальные данные, получил математические зависимости и оценил экономическую эффективность исследования.

#### **Научная новизна и теоретическая значимость:**

1. Предложена технологическая схема и установлены закономерности процесса измельчения зерна в дробилке с оппозитной загрузкой исходного сырья.

2. Получены зависимости, определяющие основные конструктивно – режимные параметры зернодробилки.

3. Получены математические модели технологической виброактивности зернодробилок, позволяющие выяснить происхождение вибрации и оценить энергетические и другие ее негативные последствия;

4. Проведен размерный анализ технологического процесса измельчения кормового зерна, на основе которого существенно упрощается эксперимент и дается возможность построения типоразмерного ряда конструкций данных дробилок;

5. Проведена многокритериальная оценка и обоснование параметров процесса измельчения зерна в дробилке с оппозитной загрузкой исходного сырья.

Теоретическими исследованиями раскрыты закономерности процесса движения рабочих органов дробилки, шарнирно подвешенных молотков, в зависимости от различных факторов. Теоретическими и экспериментальными исследованиями подтверждена научная гипотеза, получена математическая модель процесса измельчения зерна, показана эффективность оппозитной загрузки дробилки, намечены пути дальнейшего совершенствования молотковых дробилок.

Новизна технических решений подтверждена двумя патентами на изобретение РФ и полезную модель (№ № 2746586, 2742509, 219913).

#### **Практическая значимость научного исследования:**

1. Теоретически и экспериментально обосновано использование оппозитной загрузки измельчаемого материала через два зеркально расположенных относительно корпуса загрузочных устройства. Это позволяет путем незначительного переоснащения существующих и

проектируемых молотковых дробилок снизить их виброактивность и излучаемый шум, получить измельченный продукт требуемого размола в соответствии со стандартами качества, с одновременным уменьшением удельных энергозатрат, что в конечном итоге снизит себестоимость получаемого продукта.

2. Обоснованы конструктивно – режимные параметры дробилки с оппозитной загрузкой исходного зерна.

3. Результаты исследования могут быть использованы проектно – конструкторскими организациями для разработки новых зернодробильных машин, а также ВУЗами в учебно-методических целях.

#### **Апробация работы:**

Основные положения материалы и результаты исследований по теме диссертационной работы докладывались и обсуждались в ходе проведения кафедральных и факультетских заседаний, а также получили положительную оценку на городских, Всероссийских и Международных научно-практических конференциях и конкурсах:

- XXII городской научно-практической конференции молодых ученых «Молодежь – Барнаулу», г. Барнаул 2020г.;

- XVI Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству»г. Барнаул 2021г.;

- VII Региональной молодежной научной конференции «Теория и практика инновационного развития в представлениях нового поколения»,г. Барнаул 2021г.;

- Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства России г. Москва 2021 г.,

XVII Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству»г. Барнаул 2022 г.,

- Международной студенческой научно-практической конференции «Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК», г. Рязань 2022 г.;

- полуфинальном и финальном этапе VII Всероссийского инженерного конкурса (ВИК), г. Москва 2022 г.;

- I, II и III этапе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых ВУЗов Министерства сельского хозяйства РФ, г. Москва 2022 г.;

- Всероссийском конкурсе «Молодой ученый» им. Ивана Федорова 2022 г. (технические науки) на лучшую научно-исследовательскую работу, г. Москва 2022 г.

**Достоверность исследования подтверждается:**

- корректностью применения математического аппарата при моделировании процесса измельчения зернового материала;
- применением стандартных и разработанных частных методик проведения исследований с использованием поверенных приборов и оборудования;
- применением современных вычислительных средств статистической обработки информации и согласованностью результатов теоретических расчетов с экспериментальными данными;
- результатами производственной проверки, экспертной оценкой аккредитованными лабораториями, непротиворечивостью результатам исследований других авторов.

По теме работы опубликовано 14 печатных работ, в том числе 4 в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, получен 1 патент на изобретение РФ № 2746586 «Молотковая дробилка» и 1 патент на полезную модель №219913 «Устройство для измельчения зерновых кормов»

*Статьи, опубликованные в периодических научных изданиях рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:*

1. Федоренко, И. Я. Причины виброактивности молотковых зернодробилок с горизонтальным расположением барабана / И. Я. Федоренко, Р. В. Бесподенов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2(196). – С. 96-104. – EDN OWVLKB.

2. Федоренко, И. Я. О непроизводительных потерях энергии молотковой зернодробилкой, обусловленных колебаниями грунта под её фундаментом / И. Я. Федоренко, Р. В. Бесподенов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 3(221). – С. 80-86. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-221-3-80-86. – EDN FNZNAI.

3. Бесподенов Р. В. Исследование и моделирование взаимодействия молотков вертикальной дробилки с воздушно-зерновым слоем / Р. В. Бесподенов, И. Я. Федоренко, Т. Н. Землянухина [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4(222). – С. 92-98. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-222-4-92-98. – EDN KLTINA.

4. Бесполденев, Р. В. Виброактивность молотковых зернодробилок с оппозитной загрузкой исходного материала / Р.В. Бесполденев, А.М. Левин, И.Я. Федоренко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 6(224). – С. 78-85. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-224-6-78-85. – EDN OYINTC.

*Статьи, опубликованные в российских изданиях; материалы международных и всероссийских конференций:*

1. Бесполденев, Р. В. Повышение эффективности измельчения зерновых кормов в дробилках горизонтального типа на основе снижения ее виброактивности / Р. В. Бесполденев // Молодежь - Барнаул : Материалы XXII городской научно-практической конференции молодых ученых, Барнаул, 02–09 ноября 2020 года / Гл. редактор Ю.В. Анохин. – Барнаул: Алтайский государственный университет, 2021. – С. 40-41. – EDN FTQUQQ.

2. Федоренко, И. Я. Снижение технологической виброактивности молотковых дробилок / И. Я. Федоренко, Р. В. Бесполденев // Аграрная наука - сельскому хозяйству : Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции в 2 кн., Барнаул, 09–10 февраля 2021 года. Том Книга 2. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2021. – С. 43-44. – EDN GZNVJT.

3. Бесполденев, Р. В. Диссипация энергии в конструктивных элементах молотковой зернодробилки / Р. В. Бесполденев // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1. – С. 73-77. – EDN CGXOEV.

4. Бесполденев, Р. В. Анализ работы молотковых дробилок на основании теории размерности / Р. В. Бесполденев // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 2. – С. 42-46. – EDN UPCLLC.

5. Бесполденев, Р. В. Усовершенствование конструкции молотковой дробилки с вертикальным валом ротора, как способ снижения ударной нагрузки и ускоренного износа молотков верхних ярусов / Р. В. Бесполденев // Студенчество России: век XXI : Материалы VIII Всероссийской молодёжной научно-практической конференции, Орёл, 15 декабря 2021 года. Том Часть 1. – Орёл: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2022. – С. 145-152. – EDN AAGQGO.

6. Бесполденев, Р. Усовершенствование конструкции молотковой дробилки с вертикальным валом ротора / Р. Бесполденев, И. Федоренко //

Комбикорма. – 2022. – № 1. – С. 39-40. – DOI 10.25741/2413-287X-2022-01-2-159. – EDN IMYXDN.

7. Выставкин С. Б. Моделирование виброактивности измельчителя-разбрасывателя соломы комбайна / С. Б. Выставкин, И. Я. Федоренко, А. В. Ишков, Р. В. Бесполденев // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах, Барнаул, 09–10 февраля 2022 года. Том Книга 2. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2022. – С. 23-26. – EDN OXJEAD.

8. Федоренко, И. Я. Оценка потерь энергии в шарнирах трения молотковых зернодробилок / И. Я. Федоренко, С. В. Золотарев, Р. В. Бесполденев // Аграрная наука - сельскому хозяйству : Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах, Барнаул, 09–10 февраля 2022 года. Том Книга 2. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2022. – С. 74-76. – EDN PCAMZY.

9. Бесполденев, Р. В. Конструктивные решения по снижению трения в шарнирах рабочих органов молотковых дробилок в период совершения технологической операции / Р. В. Бесполденев // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 16 февраля 2022 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 24-29. – EDN PGHECV.

10. Бесполденев, Р. В. Характеристика шума молотковой дробилки с оппозитной загрузкой исходного материала / Р. В. Бесполденев, Б. А. Антоненко // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 1. – С. 47-52. – EDN ULDHSC.

*В патентах РФ:*

1. Патент на изобретение № 2742509 С1 Российская Федерация, МПК В02С 13/14. Молотковая дробилка для зерна с вертикально установленным ротором : № 2019139472 : заявл. 03.12.2019: опубл. 08.02.2021 / Р. В. Бесполденев. – EDN MFYTVH.

2. Патент на изобретение № 2746586 С1 Российская Федерация, МПК В02С 13/04. Молотковая дробилка: № 2020130348 : заявл. 14.09.2020: опубл. 16.04.2021 / И. Я. Федоренко, Р. В. Бесполденев; заявитель Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Алтайский государственный аграрный университет". – EDN FSBBVQ.

3. Патент на полезную модель № 219913 U1 Российская Федерация, МПК В02С 13/04. Устройство для измельчения зерновых кормов : № 2023110433: заявл. 21.04.2023: опубл. 14.08.2023 / Р. В. Бесполденов, И. Я. Федоренко; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "Агротехновации", Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Алтайский государственный аграрный университет". – EDN SLJWPH.

#### **Соответствие научно - квалификационной работы направлению подготовки**

Диссертация Бесполденова Р. В на соискание ученой степени кандидата технических наук является логически завершенной научно-исследовательской работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические, и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие кормоприготовительных машин, отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует паспорту новой научной специальности 4.3.1 «Технологии, машины и оборудование в агропромышленном комплексе» (технические науки).

#### **Общая оценка диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Работа Бесполденова Р. В. представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу, содержащую пути решения научной задачи, имеющей существенное значение для совершенствования процесса измельчения фуражного зерна.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук изложена в логической последовательности, достаточно полно иллюстрирована и оформлена в соответствии с установленными требованиями.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук Бесполденова Романа Викторовича в целом отвечает по своему содержанию установленным требованиям и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 4.3.1 «Технологии, машины и оборудование в агропромышленном комплексе» (технические науки).

Заключение принято на совместном заседании кафедр «Сельскохозяйственная техника и технологии», «Механизация производства и переработки сельскохозяйственной продукции», «Математика, механика и



инженерная графика», «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства», «Технология конструкционных материалов и ремонт машин» Инженерного факультета ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ».

Присутствовали на заседании 18 человек.

Результаты голосования: «за» - 18; против - 0; «воздержалось» - 0.

Протокол № 1 от «29» августа 2023 года

Председатель заседания,  
декан Инженерного факультета, д.т.н., доцент

Пирожков Д. Н.

Секретарь заседания,  
к.т.н., доцент

Александров И. Ю.

