

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации



**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий
Российской академии наук
(СФНЦА РАН)**

Центральная ул., зд. 7, р.п. Краснообск, г.п. рабочий поселок Краснообск,
м. р-н. Новосибирский, Новосибирская область, 630501
Тел/факс 8(383) 348-46-36 e-mail: office@sfsca.ru; www.sfsca.ru;
ОКПО 00024348; ОГРН 1025404349992; ИНН/КПП 5433107641/543301001

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Сибирский
федеральный научный центр агробιοтехнологий
Российской академии наук, чл.-корр. РАО,
проф РАН, д-р биол. наук
Голохваст Кирилл Сергеевич



« 5 » августа 2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий
Российской академии наук

Диссертация «Развитие механико-технологических и практических основ процесса вибрационного измельчения кормового зерна» выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН).

В период подготовки и рассмотрения диссертации её автор, Левин Алексей Михайлович, являлся докторантом СФНЦА РАН.

В 2002 году с отличием окончил Алтайский государственный аграрный университет по специальности «Механизация сельского хозяйства».

В 2005 году Левин А. М. защитил кандидатскую диссертацию в диссертационном совете Д 220.048.01 при ФГОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет» на тему «Обоснование конструктивно-режимных параметров вибрационно-ударного измельчителя фуражного зер-

на» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» (Технические науки).

Научный консультант – чл.-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор Иванов Николай Михайлович, руководитель СибИМЭ (структурное подразделение СФНЦА РАН).

По результатам рассмотрения и обсуждения диссертации принято следующее заключение:

Актуальность темы диссертационного исследования. Ведущим звеном агропромышленного комплекса страны является производство продукции животноводства, рассматриваемое Правительством РФ в рамках принятой «Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы» одним из главных приоритетов страны.

Концентрированные корма в рационах крупного рогатого скота составляют 25-40%, свиней и птицы – до 80-95% по питательности. Эффективность применения концентрированных кормов зависит от качества их приготовления. Центральное место в производстве комбикормов занимает процесс измельчения исходного сырья, на который расходуется до 70...80 % от всей энергии, затрачиваемой на технологический процесс. Благодаря измельчению значительно улучшается взаимодействие корма с пищеварительными органами животных, причём его усвояемость находится в прямой зависимости от крупности частиц.

В настоящее время основным оборудованием для измельчения фуражного зерна являются молотковые дробилки, однако при тонком помоле они дают до 30 % пылевидной фракции, а при грубом - до 20% недоизмельченных частиц и целых зёрен. Такой продукт не в полной мере отвечает физиологии животных. Кроме этого, переизмельчение обуславливает повышенную энергоёмкость рабочего процесса (до 15 кВт-ч/т). Такое положение требует постоянного совершенствования процесса измельчения, в частности путём использования вибрационного воздействия на объект обработки.

Исследования по использованию вибрационных рабочих органов для измельчения фуражного зерна провели С. Н. Васильев, О. Ю. Маркин, С. А. Мартыанов, И. Я. Федоренко. Констатируется, что конструкции, разработанные для горной и строительной промышленности, неработоспособны при измельчении кормового зерна, обладающего уникальными технологическими свойствами.

Однако проблема не была полностью изучена и решена. Степень разработанности научных задач оказалась недостаточной, чтобы получить исходные данные для проектирования производственного образца вибрационного измельчителя кормового зерна. Небольшой объем теоретических и экспериментальных исследований в области использования вибрационных дробилок не позволяет пока надеяться на широкое применение этих машин в животноводстве. Это диктует необходимость дальнейшего рассмотрения проблемы, исходя из современных методов и возможностей, поэтому диссертационная работа является актуальной.

Тема диссертации и выполненные исследования соответствуют государственным программам.

Исследования выполнялись в соответствии с основополагающими документами:

– «Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы» (утверждена постановлением Правительства РФ 25 августа 2017 г. № 996);

– «Стратегией развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2030 годы» (утверждена постановлением Правительства РФ 30 августа 2019 года № 1931-р);

– темой НИР СФНЦА РАН по теме государственного задания на 2022-2023 годы № 0533-2021-0012 «Обосновать и разработать системы инженерного, технологического и энергетического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции и утилизации отходов животноводства, обеспечивающих снижение совокупных затрат, на основе использования новых физических, технико-технологических методов воздействия на биологические объекты и цифровых технологий управления производственными и технологическими процессами в условиях Сибири».

Научную новизну представляют:

- морфологический анализ вибрационных измельчителей, позволивший провести структурный синтез измельчителей кормового зерна;

- закономерности взаимодействия зерновки с рабочими поверхностями вибрационных рабочих органов, обеспечивающие профилирование последних;

- реологическая модель зерновки, отражающая основные явления при её виброразрушении;

- динамический анализ измельчителей с учётом вязкоупругих свойств технологической нагрузки;

- регрессионные математические модели, полученные на основе экспериментов, позволяющие найти рациональные параметры и режимы работы измельчителей.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследований существенно расширяют и углубляют представления о механизме разрушения зерновок, закономерностях их взаимодействия с рабочими поверхностями вибрационных рабочих органов, уточняют динамические свойства измельчителей с учётом реологических свойств технологической нагрузки, устанавливают аналитические и экспериментальные зависимости энергетических и качественных показателей работы измельчителей от их режимных и конструктивных параметров.

Разработанное методическое обеспечение даёт возможность осуществить проектирование измельчительных установок с вибрационными рабочими органами. Применение разработанных методик проектирования позволяет сократить время выполнения проектных работ, увеличить эффективность проектирования систем приготовления комбикормов.

Личный вклад автора в совместно выполненных работах - не менее 80 %. Основные результаты исследований, представленные в диссертации, получены автором самостоятельно. Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии при разработке математических моделей, характеризующих работу вибрационных измельчителей кормового зерна, обосновании лабораторных установок, проведении опытов и обработке экспериментальных данных, обобщении и структуризации научного материала по теме исследования, формулировке основных выводов и положений диссертации

Апробация работы. Материалы диссертационной работы доложены на ежегодных научно - практических конференциях ФГБОУ ВПО «Алтайский ГАУ»: Международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (г. Барнаул, 2020-24 гг.); на Российской (национальной) научно-практической конференции «Перспективы внедрения инновационных технологий в АПК» (Барнаул, 2020-21 гг.). Основные результаты работы также одобрены и опубликованы в материалах Национальных (Всероссийских) научных конференций «Теория и практика современной аграрной

науки», проводимых Новосибирским ГАУ (2020, 21 гг.), а также опубликованы в сборниках на английском языке, проиндексированных в базах Scopus.

Достоверность основных выводов и результатов подтверждается применением последних достижений теории разрушения, теоретической механики, теории размерности и подобия, а также современных методик проведения научных исследований, сходимостью полученных автором результатов теоретических и экспериментальных исследований в пределах относительной погрешности $\pm(5-9)\%$ с доверительной вероятностью 0,95 и получением прогнозируемых результатов при практической реализации.

Публикации автора.

Основные положения представленной к защите диссертации опубликованы в 34 научных работах, общим объёмом около 25 печ. л. (13,5 печ. л. принадлежит лично соискателю), в том числе 12 работ - в рецензируемых журналах, рекомендованном перечне ВАК РФ, в том числе 2 - в сборниках с регистрацией в базах Scopus и 2 – в журналах, регистрируемых в базе RSCI.

Публикации в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Кардашевский, Е. Е. Тенденции развития конструкций вибрационных измельчителей кормового зерна/ Е. Е. Кардашевский, А. М. Левин, И. Я. Федоренко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2024. - № 6 (182). - С. 137-143.

2. Иванов, Н. М. Моделирование динамики вибрационного измельчителя кормового зерна/ Н. М. Иванов, А. М. Левин, И. Я. Федоренко // Сельскохозяйственные машины и технологии, 2024. - Т. 18. - №1. - С. 46-51. DOI: 10.22314/2073-7599-2024-18-1-0-0. EDN: OZIKUK.

3. Иванов, Н. М. Динамические особенности виброщекового измельчителя кормового зерна/ Н. М. Иванов, А. М. Левин, И. Я. Федоренко// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2024. - №4. С. 52 - 61.

4. Левин А. М. Экспериментальная оптимизация процесса вибрационного измельчения кормового зерна // Вестник Омского ГАУ. 2023. № 1 (49). С. 161–168. DOI 10.48136/2222-0364_2023_1_161.

5. Бесполденов, Р. В. Виброактивность молотковых зернодробилок с оппозитной загрузкой исходного материала/ Р. В. Бесполденов, А. М. Левин, И. Я. Федоренко// Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2023. - №6(224). - С. 79-86. DOI: 10.53083/1996-4277-2023-224-6-78-85.

6. Федоренко, И. Я. Оценка эффективности однократного удара по слою зерна при его измельчении / И. Я. Федоренко, Н. Ф. Карпов, А. М. Левин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 6(200). – С. 87-93. – EDN EDYYZS.

7. Федоренко, И. Я. Динамические эффекты, проявляющиеся в механической системе вибрационного измельчителя кормового зерна / И. Я. Федоренко, А. М. Левин, А. В. Табаев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 11(205). – С. 86-93.

8. Федоренко, И. Я. Морфологический анализ вибрационных измельчителей кормового зерна / И. Я. Федоренко, А. М. Левин, А. В. Табаев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1(183). – С. 156-163.

9. Табаев, А. В. Расчет технологических показателей вибрационных измельчителей фуражного зерна / А. В. Табаев, И. Я. Федоренко, А. М. Левин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2020. – № 10(192). – С. 112-118.

10. Федоренко, И. Я. Нестационарная задача о количестве вибрационных нагрузений, необходимых для разрушения зерновки/И. Я. Федоренко, А. М. Левин, А. В. Табаев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. -2019. - № 12 (182). - С. 137-143.

11. Fedorenko, I. Y. Dynamic properties of vibration crusher of feed grain taking into account technological loading / I. Y. Fedorenko, A. M. Levin, A. V. Tabaev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. – Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012115. – DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012115.

12. Fedorenko, I. Y. Modeling elastic and dissipative properties of feed grain subjected to vibration / I. Y. Fedorenko, A. M. Levin, A. V. Tabaev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Barnaul, 26–27 июня 2020 года. – Barnaul, 2020. – P. 012046. – DOI 10.1088/1757-899X/941/1/012046.

Монографии и рекомендации:

13. Федоренко, И. Я. Вибрационные зернодробилки: основы теории и расчета: монография / И. Я. Федоренко, А. М. Левин, А. В. Табаев. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2023. – 167 с. – 1 CD-R (6 МБ). – Систем. требования: Intel Pentium 1,6 GHz и более; 512 Мб (RAM); Microsoft Windows 7 и выше; Adobe Reader. – Загл. с титул. экрана. – Текст: электронный.

14. Федоренко, И. Я. Совершенствование процесса измельчения кормового зерна. Рекомендации / И. Я. Федоренко, А. М. Левин. – Барнаул: РИО

Алтайского ГАУ, 2023. – 63 с. – 1 CD-R (8,5 МБ). – Систем. требования: Intel Pentium 1,6 GHz и более; 512 Мб (RAM); Microsoft Windows 7 и выше; Adobe Reader. – Загл. с титул. экрана. – Текст: электронный.

Патентные документы:

15. Патент № 2262984 С2 Российская Федерация, МПК В02С 19/16. Измельчитель зерновых и сыпучих материалов: № 2003129141/03: заявл. 29.09.2003: опубл. 27.10.2005 / И. Я. Федоренко, А. М. Левин, М. Г. Желтунов; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Алтайский государственный аграрный университет" (АГАУ). – EDN CCOWXF.

16. Патент № 2688424 С1 Российская Федерация, МПК В02С 19/16. Измельчитель зернового материала: № 2018105815: заявл. 15.02.2018: опубл. 21.05.2019 / И. Я. Федоренко, А. М. Левин, А. В. Табаев.

17. Патент № 2759864 С1 Российская Федерация, МПК В02С 1/00, В02С 19/16. Вибрационно-щечковая дробилка для измельчения зернового материала: № 2020142291: заявл. 21.12.2020: опубл. 18.11.2021 / И. Я. Федоренко, А. М. Левин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Алтайский государственный аграрный университет". – EDN DSRVWK.

18. Патент № 2719819 С1 Российская Федерация, МПК В02С 13/04. Молотковая дробилка: № 2019125047: заявл. 06.08.2019: опубл. 23.04.2020 / И. Я. Федоренко, А. М. Левин, А. А. Балабов. – EDN NKZXBI.

19. Патент № 2787723 С1 Российская Федерация, МПК В02С 1/02. Вибрационно-щечковая дробилка: № 2022112164: заявл. 04.05.2022: опубл. 12.01.2023 / И. Я. Федоренко, А. М. Левин, Е. Е. Кардашевский; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Алтайский государственный аграрный университет". – EDN VLBAVI.

Публикации в других изданиях:

20. Левин, А. М. Выбор рациональной динамической схемы измельчителя кормового зерна / А. М. Левин, И. Я. Федоренко // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах, Барнаул, 08-09 февраля 2024 года – Книга 1. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2024. – С. 114-117. - Текст: электронный.

21. Левин, А. М. Требования к динамическим системам вибрационных измельчителей кормового зерна / А. М. Левин, И. Я. Федоренко // Аграрная

наука - сельскому хозяйству: Сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах, Барнаул, 09– 10 февраля 2023 года. Книга 1. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2023. – С. 134-137. – EDN NMQJOK.

22. Табаев, А. В. Анализ размерностей процесса вибрационного измельчения фуражного зерна / А. В. Табаев, А. М. Левин, И. Я. Федоренко // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции в 2 кн., Барнаул, 09–10 февраля 2021 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2021. – кн. 2. - С. 41-43.

23. Федоренко, И. Я. Механизм разрушения фуражного зерна вибрационными рабочими органами / И. Я. Федоренко, А. М. Левин, А. В. Табаев // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сборник материалов XV Международной научно-практической конференции в 2 кн., Барнаул, 12–13 марта 2020 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2020. – С. 84-86.

24. Федоренко, И. Я. Реологическая модель единичной частицы фуражного зерна / И. Я. Федоренко, А. М. Левин, А. В. Табаев// Теория и практика современной аграрной науки: Сборник III национальной (Всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 28 февраля 2020 года / Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2020. – С. 476-479.

25. Федоренко, И. Я. Инновационные конструкции вибрационных дробилок фуражного зерна / И. Я. Федоренко, А. М. Левин, А. В. Табаев// Перспективы внедрения инновационных технологий в АПК: Сборник статей II Российской (Национальной) научно-практической конференции, Барнаул, 20 декабря 2019 года. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2019. – С. 104-106.

26. Федоренко, И. Я. Инновационные конструкции вибрационных дробилок фуражного зерна/ И. Я. Федоренко, А. М. Левин, А. В. Табаев// Главный агроном. – 2020. – С.5.-7.

27. Левин А. М. Обоснование конструктивно-режимных параметров вибрационно-ударного измельчителя фуражного зерна: 05.20.01: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: /Левин Алексей Михайлович. - Барнаул, 2005. - 19 с. -Текст: непосредственный.

28. Левин А.М. Использование вибрационного воздействия для измельчения зерна // Молодежь-Барнаулу: Материалы пятой городской научно-

практической конференции молодых ученых (20-21 ноября 2003 г.). Барнаул: Аз Бука, 2003. С. 316.

29. Левин А.М. Обоснование конструктивно-кинематических параметров вибрационно-ударного измельчителя фуражного зерна // Молодежь-Барнаул: Материалы научно-практической конференции (22-23 ноября). - Барнаул: Аз Бука, 2004. - С. 296-298.

30. Левин А. М. Феноменологическая модель поведения зерновки в рабочей зоне вибродробилки / А. М. Левин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета / 2003. -№ 1 (9). - С. 48-50.

31. Федоренко, И. Я., Левин А.М. Особенности конструкции вибрационно-ударного измельчителя зерна // Материалы XLIII научно-технической конференции Челябинского государственного агроинженерного университета. -Часть 2. -Челябинск: ЧГАУ, 2004. - С. 47-51.

32. Карманов Н.Г., Левин А.М. Использование уравнения Лагранжа 2-го рода для описания динамики вибрационно-ударного измельчителя фуражного зерна // Достижения и перспективы студенческой науки в АПК: Сборник трудов межрегиональной научной студенческой конференции, посвященной 60-летию Алтайского государственного аграрного университета. Барнаул: Изд-во АГАУ, - 2004, Ч. I. - С. 87-90.

33. Федоренко, И.Я., Экспериментальные предпосылки к разработке ударно-центробежного измельчителя фуражного зерна/ И.Я. Федоренко., С.В. Золотарев, А. А. Смышляев, А.М. Левин // Вестник Алтайской науки. -Вып. 2, т.2. - Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2002. - С. 126-129.

34. Федоренко, И. Я. Энергетические соотношения при ударном измельчении зерна/ И. Я. Федоренко, А. М. Левин // Механизация и электрификация сел. хоз-ва, 2002.- №11.- С.31-32.

Диссертационная работа Левина Алексея Михайловича является логически завершённой научно-исследовательской работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические, и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие технической базы животноводства, отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, и соответствует паспорту научной специальности 4.3.1 «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса» (технические науки).

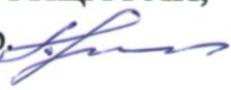
Диссертация «Развитие механико-технологических и практических основ процесса вибрационного измельчения кормового зерна» Левина Алексея Михайловича рекомендуется к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

Заключение принято на расширенном заседании лаборатории «Уборки и обработки урожая зерновых культур» СибИМЭ СФНЦА РАН,

Присутствовали на заседании 19 человек.

Результаты голосования; «за» - 19, против - 0, «воздержалось» - 0.

Протокол №1 от 1 августа 2024 года.

Председатель заседания,
ведущий научный сотрудник лаборатории «Уборки и обработки урожая зерновых культур» СибИМЭ СФНЦА РАН,
к-т техн. наук, ст. науч. сотр.  Бахарев Геннадий Филиппович

Секретарь заседания,
ведущий научный сотрудник
к-т техн. наук, доцент  Иванников Алексей Борисович