

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Левина Алексея Михайловича по теме: «Развитие механико-технологических и практических основ процесса вибрационного измельчения кормового зерна», представленную в диссертационный совет 24.1.211.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

1. Актуальность темы

Концентрированные корма являются неотъемлемой частью в рационе сельскохозяйственных животных и птицы. С целью более полной усвояемости концентрированных кормов их подвергают предварительному измельчению. Общеизвестны основные недостатки широко распространенных в России молотковых дробилок зерна – высокие энергозатраты и большое количество пылевидной фракции в готовом продукте. В связи с этим на сегодняшний день существует необходимость в разработке новых подходов в решении данной проблемы.

Поэтому, диссертационная работа Левина Алексея Михайловича, направленная на развитие механико-технологических и практических основ процесса вибрационного измельчения кормового зерна, является актуальной и практически значимой для аграрного производства.

2 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Анализируя сформулированные автором положения и выводы по работе, можно отметить следующее.

Научные положения и выводы, содержащиеся в диссертационной работе, получены соискателем на основе анализа и систематизации предшествующих исследований по изучаемому вопросу, проведения собственных аналитических и экспериментальных исследований, выполненных в лабораторных и производственных условиях. Достоверность научных положений, приведенных в диссертации, можно оценить положительно. Это подтверждается корректностью постановки и решения задач с использованием законов механики и теории разрушения, обработкой экспериментальных данных общепринятыми методами с использованием однофакторного и многофакторного анализа, хорошей сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Выводы достоверны и вытекают из содержания диссертации, при этом отвечая на поставленные задачи, несут важную научную информацию, и необходимые в практическом отношении рекомендации.

В первом и втором выводах констатирована перспективность вибрационного измельчения с реализованным в нем способом разрушения зерна сжатием перед традиционным способом разрушения ударом, реализованным в молотковых дробилках, а также предложены новые измельчители зерна с повышенными дробящим усилием, производительностью и меньшей энергоемкостью. Вывод достоверен, подтверждается материалами первого раздела. Отвечает на первую поставленную задачу.

В третьем и четвертом выводах говорится о механизме разрушения зерна при вибрационной нагрузке в виде малоциклового усталости материала, о снижении энергоемкости процесса измельчения зерна вибрационными измельчителями, в которых реализовано статическое нагружение зерновок, выделена определяющая роль «инкубационного режима» в разрушении зерновки с энергетической точки зрения, объясняемая при помощи предложенной реологической модели, установлена оптимальная форма рабочих органов вибрационных измельчителей. В целом выводы достоверны, основаны на общеизвестных положениях теоретической механики и законах сопротивления материалов, подтверждаются результатами эксперимента. Выводы отвечают на вторую поставленную задачу.

Вывод 5 не вызывает сомнений, основан на общеизвестных методах теоретической механики и подтверждает третью поставленную задачу.

Выводы 6 и 7 не вызывают сомнений, так как полученные данные подтверждены проведенными экспериментальными исследованиями. Отвечают на четвертую поставленную задачу.

Восьмой вывод достоверен, что подтверждается технико-экономической оценкой. Отвечает на пятую поставленную задачу.

3 Оценка новизны и достоверности научных положений и выводов

Научная новизна результатов исследований диссертационной работы заключается в следующем:

- в морфологическом анализе вибрационных измельчителей, на основании которого проведен структурный синтез измельчителей фуражного зерна;
- в разработке закономерностей взаимодействия зерновки с рабочими поверхностями вибрационных рабочих органов для обоснования профиля последних;
- в разработке реологической модели зерновки, отражающей основные явления при ее виброразрушении;
- в проведении динамического анализа измельчителей с учетом вязкоупругих свойств технологической нагрузки;
- в получении регрессионных математических моделей для определения рациональных параметров и режимов работы измельчителей.

4. Оценка содержания диссертационной работы и автореферата

Представленная диссертационная работа содержит введение, шесть глав, заключение, список использованных источников из 237 наименований, 11 приложений на 60 страницах, 74 рисунка и 23 таблицы.

Во введении обоснована актуальность темы, поставлены цель и задачи исследования, сформулированы научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Состояние проблемы, цель и задачи исследований» рассмотрены роль зерна в кормлении сельскохозяйственных животных, требования нормативных документов к процессу измельчения кормового зерна, основные закономерности измельчения твердых тел, особенности технологических свойств фуражного зерна и механизм его разрушения, приведены морфологический анализ вибрационных измельчителей фуражного зерна и анализ состояния теоретических и экспериментальных исследований в области вибрационного измельчения зерна.

Во второй главе «Математическое моделирование рабочего процесса вибрационных измельчителей» рассмотрен механизм разрушения кормового зерна вибрационными рабочими органами, представлены описание реологической модели единичной частицы фуражного зерна и расчеты основных параметров вибрационного измельчителя фуражного зерна.

В третьей главе «Моделирование взаимодействия механических систем вибрационных измельчителей с технологической средой в виде слоя кормового зерна» посвящена обоснованию оптимальной схемы виброизмельчителей на основе динамического анализа.

В четвёртой главе «Методологические и методические аспекты моделирования и оптимизации процесса вибрационного измельчения кормового зерна в эксперименте» представлена методология экспериментальных исследований измельчения зерна виброизмельчителями.

В пятой главе «Анализ экспериментальных исследований и оптимизация параметров процесса измельчения» представлены результаты экспериментальных исследований рабочего процесса виброизмельчителей.

В шестой главе «Экономическая эффективность и реализация результатов исследования» приведены показатели сравнительной экономической эффективности вибрационного измельчителя в сравнении с молотковыми дробилками. Рассчитаны срок окупаемости капитальных вложений, который составляет 1,2 года, и ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения вибрационного измельчителя на фермах крупного рогатого скота Сибирского федерального округа – около 23 млн рублей.

В заключении представлены и обобщены основные результаты исследования, характеризующиеся целостностью, логической последовательностью и соответствующие поставленным задачам.

В приложении представлены компьютерные программы для оптимизации профиля рабочих органов вибрационного измельчителя, компьютерное моделирование динамики зерноизмельчителя, динамика антирезонансного режима работы вибрационного зерноизмельчителя, методика обработки основного эксперимента по плану Бокса – Бенкина, программа и пример выполнения статистической обработки ситового анализа, сводная ведомость

результатов основного эксперимента, программы и результаты компьютерной обработки основного эксперимента, патенты автора, акты внедрения.

5 Оценка содержания и оформления автореферата диссертации

Автореферат диссертационной работы отражает основные идеи, научные положения, выводы, результаты диссертации, что позволяет определить соответствие диссертационной работы и квалификации её автора критериям, изложенным в пункте 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Диссертационная работа и автореферат диссертации Левина А.М. изложены технически грамотно. Научные положения, выводы, результаты и рекомендации обоснованы с использованием результатов теоретических и экспериментальных исследований, материал изложен логически последовательно, доказательно, что подтверждает соответствие квалификации автора учёной степени кандидата технических наук.

6 Общие замечания по содержанию и оформлению диссертации

Наряду с общей положительной оценкой диссертации и отмеченными выше недостатками имеются следующие замечания:

1. В теме заявлено развитие основ процесса вибрационного измельчения. В работе следовало бы акцентировать внимание на новых предлагаемых положениях в сравнении с существующими, а не проводить сравнение с молотковыми дробилками.

2. Требуется пояснение, какой смысл заложен в понятие «Инкубационный период»? Данный термин применяется в медицине.

3. На рисунке 2.2 показан разрыв кривой при влажности 13,5%, характеризующий разрушение зерновки. Насколько корректно применять в случае влажности зерна, менее 13,5% непрерывную экспоненциальную зависимость (2.3)?

4. При определении коэффициента α на стр. 61 дана ссылка на источник 124 списка литературы, патент № 2759864, в котором не отражена необходимая информация.

5. На стр. 134 приведены расчеты по типу нагружения и показано, что для молотковых дробилок $\rho v^2 = 10,53 \text{ МПа}$. Однако, при частоте вращения ротора 3000 мин^{-1} и диаметре ротора $0,5 \text{ м}$ $v = 78,5 \text{ м/с}$, а ρv^2 составит около 8 МПа . Если полагаться на выражения (4.21)...(4.23), то утверждение, что в молотковых дробилках нагружение зерна является строго динамическим, преждевременно.

6. Название 3 главы несколько некорректно, так как в ней не рассмотрено влияние слоя кормового зерна на работу виброизмельчителей.

7. В автореферате нарушена нумерация выводов.

8. На стр. 139 сказано, что относительное количество массы разрушенных зерен ξ определяли при помощи ситового анализа. При этом присутствует параметр m_2^* – масса поврежденных зерен. Какие зерна в этом случае считались

поврежденными? Можно ли считать поврежденными зерна с трещинами? Если да, то возникают сомнения в корректности результатов при определении ξ методом ситового анализа.

9. На стр. 154 отмечено, что «Верхнее сито с отверстиями диаметром 5 мм является контрольным для учета целых зерен». В то же время на стр. 152 показано, что диаметр зерновок составлял для ячменя $4,28 \cdot 10^{-3}$ мм, для пшеницы – $3,98 \cdot 10^{-3}$ мм. Возникают сомнения в правильности подсчета целых зерен.

10. В главе 4 отмечается, что задавалась производительность. Задается подача материала, а производительность машины рассчитывается.

11. Почему при определении количества неплющенных частиц (стр. 168) бралась масса навески в 1 кг? ГОСТ 13496.8-72 регламентирует проводить рассев навески массой 100 г.

12. Чем обоснован выбор виброрешета с круглыми отверстиями диаметром именно 3 мм при определении количества неплющенных частиц?

13. Требуется пояснение, при каких значениях прочих параметров получены зависимости, представленные на рис. 5.8-5.11, и почему были выбраны именно такие значения?

14. На стр. 178 перечислены выходные характеристики, которыми оценивается работа измельчителя. Их стоит дополнить показателями качества измельченного продукта (остатки на ситах с отверстиями 3 мм и 2 мм), которые регламентированы ГОСТ 18221-2018, ГОСТ Р 51550-2000 и ГОСТ 9268-2015 и характеризуют соответствие готового продукта конкретной группе с.-х. животных и птиц.

15. В диссертации отсутствует расчет срока окупаемости капиталовложений, хотя в автореферате указано, что он составляет 1,2 года.

Однако имеющиеся и указанные недостатки в диссертационной работе носят рекомендательный характер, являются направлениями для дальнейших исследований и не влияют на общую положительную оценку.

Заключение

Анализ диссертационной работы Левина Алексея Михайловича по теме: «Развитие механико-технологических и практических основ процесса вибрационного измельчения кормового зерна», представленной к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса в диссертационный совет 24.1.211.01 на базе ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук», на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса, показал, что несмотря на отмеченные замечания, является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, имеющие значительный вклад в развитие АПК страны. Диссертация соответствует критериям, изложенным в п. 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842

(с изменениями), а её автор Левин Алексей Михайлович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент

доктор технических наук по специальности

05.20.01 – технологии и средства механизации

сельского хозяйства, доцент,

профессор кафедры «Технические системы и технологии»

Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»

Булатов Сергей Юрьевич

«24» октября 2024 г.

Место работы и должность официального оппонента:

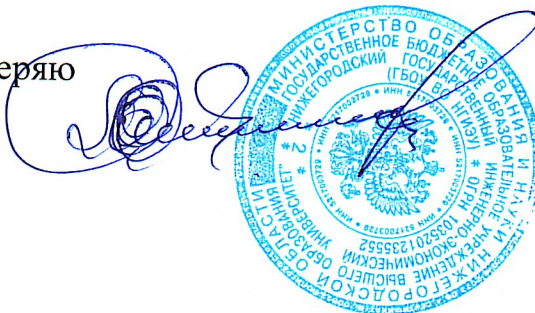
Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Нижегородский государственный инженерно-экономический университет (ГБОУ ВО НГИЭУ), кафедра «Технические системы и технологии».

606340, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22 А.

Телефон +7 (83166) 4-15-50

E-mail: bulatov_sergey_urevich@mail.ru

Подпись Булатова С.Ю. заверяю
ученый секретарь



О.В.Тепцова