

## О Т З Ы В

*официального оппонента доктора технических наук профессора Саенко Юрия Васильевича на диссертационную работу Вертия Александра Анатольевича на тему: «Повышение эффективности процесса измельчения грубых стебельчатых кормов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства, представленную в диссертационный совет Д 220.010.04 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет.*

Изучив представленные автором диссертационную работу и автореферат, заключаю следующее.

Диссертация Вертий Александра Анатольевича состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы из 134 источников, 54 рисунков, 21 таблицы. Общий объём диссертации 158 страниц.

В приложениях диссертации представлены справочные материалы, документы об использовании результатов проведенной работы. Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

## АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

Решение задачи продовольственной безопасности возможно только при наличии хорошо развитой отрасли животноводства, что требует постоянного совершенствования технических средств и повышения их уровня эффективности.

Важнейшим направлением животноводства является скотоводство, в частности, выращивание крупного рогатого скота (КРС) и мелкого рогатого скота (МРС). Эффективное скотоводство невозможно без применения современных средств механизации производства, в том числе и кормопроизводства.

Основными компонентами кормовых смесей для КРС являются грубые стебельчатые корма, перевариваемость которых в значительной мере зависит от качества подготовки к скармливанию. В процессе подготовки к скармливанию важное место занимает измельчение, поскольку именно измельчение является наиболее энергоемкой операцией.

Диссертация выполнена в рамках научно-исследовательской работы агроинженерного факультета «Инновационные направления совершенствования процессов и технических средств механизации и

электрификации сельскохозяйственного производства», утвержденной ученым советом ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (№ 01.200.1-003986).

## **СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ, ИХ ДОСТОВЕРНОСТЬ И НОВИЗНА**

Обоснованность и достоверность научных положений подтверждается результатами теоретических исследований; комплекса лабораторных и производственных испытаний, проведенных с применением современных измерительных приборов и достаточным количеством измерений. Обработка экспериментальных данных проводилась с применением методов математической статистики и программ Microsoft Office Excel, Statistica 8 for Windows и Mathcad.

Выводы по работе являются обоснованными, сформулированы по результатам анализа содержания глав диссертации.

## **НАУЧНАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТЫ**

- обоснованы конструктивно-технологические параметры измельчителя грубых стебельчатых кормов, рабочий орган которого одновременно обеспечивает ударное воздействие на стебли и их скользящее резание шарнирно подвешенными комбинированными ножами, с учетом энергетических и качественных показателей технологического процесса измельчения;
- установлены аналитические зависимости для определения производительности измельчителя грубых стебельчатых кормов, учитывающие эффект расщепления осекаемых частиц стебля на куски при измельчении;
- получена аналитическая зависимость, определяющая затраты мощности на измельчение грубых стебельчатых кормов, учитывающая неоднородную структуру внутреннего строения стебля;
- предложена методика инженерного расчета параметров рабочих органов измельчителя грубых стебельчатых кормов.

Практическая значимость работы заключается в разработке эффективного измельчителя грубых стебельчатых кормов, рабочий орган которого одновременно обеспечивает ударное воздействие на стебли и их скользящее резание шарнирно подвешенными комбинированными ножами; обосновании оптимальных конструктивно-технологических параметров

нового измельчителя грубых стебельчатых кормов. Новизна технических решений, реализованных в новом измельчителе грубых стебельчатых кормов, подтверждена патентом Украины на полезную модель № 69756.

## **ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ В ЦЕЛОМ**

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, степень разработанности темы, сформулированы цель, задачи исследования, объект исследования, предмет исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, представлена апробация результатов исследований.

**В первом разделе** «Современное состояние вопроса измельчения грубых стебельчатых кормов» приведена информация о различных видах кормов, применяемых для крупного рогатого скота. Описаны особенности строения и назначения клеток, из которых состоят стебли грубых кормов. Приведены некоторые значения механико-технологических свойств грубых стебельчатых кормов. Представлена классификация измельчителей грубых кормов, приведен анализ измельчителей грубых кормов. Определено направление дальнейшего совершенствования процесса работы и конструкции измельчающих аппаратов.

**Во втором разделе** «Теоретическое исследование процесса измельчения грубых стебельчатых кормов» автор последовательно решает поставленные задачи теоретического характера. Проведены теоретические исследования и определены методики расчёта некоторых показателей работы измельчителя: потребной мощности электродвигателя для привода барабана с ножами, на основе проведенных теоретических исследований разработана конструктивно-технологическая схема измельчителя грубых стебельчатых кормов, рабочий орган которого одновременно обеспечивает ударное воздействие на стебли и их скользящее резание шарнирно подвешенными комбинированными ножами, построена расчетная модель его функционирования и теоретически определено влияние конструктивно-режимных параметров разработанного измельчителя на эффективность технологического процесса измельчения грубых стебельчатых кормов.

**В третьей главе** «Экспериментальное исследование измельчителя грубых стебельчатых кормов. Программа и методика» изложена программа экспериментальных исследований, описаны устройства и экспериментальная установка, приведены методы проведения экспериментальных исследований и обработки их результатов. Приведены результаты проведенных

лабораторных экспериментальных исследований для определения механико-технологических характеристик, а также результаты проведения однофакторных экспериментальных исследований производительности измельчителя, энергетики процесса измельчения и качества измельчения стебельчатых кормов.

**В четвертом разделе «Оптимизация технологического процесса измельчения грубых стебельчатых кормов. Сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований»** получена математическая модель в раскодированной форме, описывающая процесс измельчения грубых стебельчатых кормов новым рабочим органом, согласно которой наибольшее влияние на энергоемкость процесса оказывает подача стеблей в измельчитель. Результаты графологического анализа математической модели с помощью двухмерных сечений и решение модели показали оптимальное сочетание изучаемых факторов – частоты вращения рабочего органа, подачи корма в измельчитель, зазора между лезвиями ножей. Экспериментальные исследования и инженерный расчет позволили получить наиболее рациональные размерные и технологические параметры работы предложенного измельчителя грубых стебельчатых кормов.

**В пятом разделе «Технико-экономическая эффективность применения и рекомендации по использованию измельчителя стебельчатых кормов»** приведены результаты расчета экономической эффективности применения измельчителя грубых стебельчатых кормов. Показано, что экономический эффект от применения нового измельчителя в сравнении с промышленным измельчителем РСС-6Б достигается за счет снижения прямых эксплуатационных издержек (отчислений на амортизацию, на ТО и текущий ремонт, затрат на электроэнергию и других расходов). Разработаны рекомендации по использованию нового измельчителя в производстве.

**В заключении** диссертации приведены основные результаты работы. Они характеризуются логичностью, последовательностью, завершенностью, отражают результаты исследований и подтверждают выполнение сформулированных задач.

**Первый вывод** является новым и достоверным, содержит информацию о разрабатываемой конструктивно-технологической схеме измельчителя грубых стебельчатых кормов и является решением первой задачи исследования.

Вывод подтверждается патентом.

**Второй вывод** констатирует, что наиболее перспективным при измельчении грубых кормов является скользящее резание, поскольку данный вид измельчения не требует применения сложных рабочих органов и позволяет снизить энергоемкость процесса за счет рационального

распределения сил, действующих на стебли. Достоверность вывода подтверждается анализом известных технических решений.

**Третий вывод** также констатирует, что повысить эффективность процесса измельчения грубых кормов с прочным стеблем можно путем применения рабочего органа, одновременно обеспечивающего ударное воздействие на стебли и их скользящее резание. Достоверность вывода подтверждается анализом известных технических решений.

**Четвертый вывод** констатирует разработку математических моделей, учитывающих строение стеблей, изменение формы их поперечного сечения при контакте с лезвиями, а также кривизну режущей кромки поперечных лезвий ножей в процессе измельчения стеблей, представляющем собой отсечение частиц определенной длины с их одновременным расщеплением на части.

Достоверность вывода основана на материалах теоретических исследований процесса резания, представленных во втором разделе.

**Пятый и шестой выводы** также базируются на теоретических исследованиях, которыми установлены рациональный диапазон частот, при котором достигается максимальная производительность, минимальные затраты мощности на измельчение и мощность, потребная на холостой ход двигателя. Выводы являются достоверными.

**Седьмой вывод** основан на результатах экспериментально-теоретических исследований, которые фиксируют механико-технологические характеристики измельчаемого продукта. Приведены именно конкретные значения, а не их диапазоны, хотя автор в работе приводит именно диапазоны значений статического и динамического коэффициентов трения для стеблей кукурузы. Вывод является достоверным.

**Восьмой вывод**, основанный на результатах графоаналитического анализа математической модели, описывающей процесс измельчения, показывает оптимальное сочетание изучаемых факторов – частоты вращения рабочего органа, скорости подачи компонентов на измельчение и зазора между лезвиями ножа. Вывод является достоверным.

**Девятый вывод** сформулирован на основе экспериментальных исследований и инженерного расчета, и представляет наиболее рациональные размерные и технологические параметры нового измельчителя грубых стебельчатых кормов. Вывод является достоверным.

**Десятый вывод** отмечает ожидаемый экономический эффект при внедрении в производство нового измельчителя в сравнении с серийным измельчителем РСС-6Б. Достоверность вывода подтверждается технико-экономическими расчетами.

**Одиннадцатый вывод** сформулирован на основе утверждения, что новый измельчитель, оснащенный комбинированными ножами, включающими вертикальные и поперечные лезвия, обеспечивает одновременное сочетание рубки и скользящего резания измельчаемого

материала. Достоверность вывода подтверждается результатами экспериментальных исследований.

**Двенадцатый вывод** указывает, что при сравнении экспериментальных и теоретических значений предложенная математическая модель согласуется с экспериментальными данными. Отклонения теоретического значения от экспериментального составили не более 5%. Достоверность вывода подтверждается статистической математической оценкой сравнения расчетных и экспериментальных значений.

## **ПОЛНОТА ОПУБЛИКОВАНИЯ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ В ПЕЧАТИ И СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ АВТОРЕФЕРАТА ОСНОВНЫМ ПОЛОЖЕНИЯМ ДИССЕРТАЦИИ**

Материалы диссертации опубликованы в 12 печатных работах, в том числе 5 статьях, рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, получен патент Украины на полезную модель.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертационной работы.

## **ОЦЕНКА ЯЗЫКА И СТИЛЯ ДИССЕРТАЦИИ, ЕЕ СООТВЕТСТВИЕ ПРЕДЪЯВЛЕННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ**

Диссертация изложена логично, связно, доступным языком с использованием общепринятой терминологии.

## **ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ**

1. По тексту диссертации имеются замечания оформительского и редакционного характера:  
обозначение ссылок на используемую литературу стр. 17 без указания страниц, на стр. 17 внизу указаны ссылки на страницы.  
Формулы (1.3, 1.4, 1.11, 1.12) записаны с указанием размерностей, формулы (1.16, 1.20, 1.21 и т.д.) представлены без размерностей.  
Не следует отождествлять выводы, представленные на стр. 42, с задачами исследований, приведенными на стр. 7.  
Формула 3.8 стр. 84 будет безразмерной, т.к. длина делится на длину (м/м).
2. На рисунке 1.5, стр. 29 представлена общеизвестная «Классификационная схема режущих аппаратов Н.Е. Резника». Следовало бы указать к какому классу согласно представленной классификации относится разработка и, если

разработанное устройство имеет свои отличительные особенности, то их надо указывать в более расширенной классификации схем режущих аппаратов.

3. Следует пояснить, почему для двух типов измельчения (подпорное и бесподпорное) между поперечными серповидными лезвиями (поз. 1) рис. 2.1 стр. 44 и вертикальными клиновидными лезвиями (поз. 2) рис. 2.1 стр. 44 автор рекомендует один диапазон оптимальной частоты вращения рабочего органа 950-1013 об/мин. стр. 70?
4. Не совсем понятно, чем руководствовался автор при выборе именно двух пар горизонтальных серповидных лезвий для рабочего органа (рис. 3.2 стр. 75)?
5. Следует пояснить, учитывал, ли автор в формуле 2.51 (стр. 69) мощность, затрачиваемую на циркуляцию материала в камере измельчителя, т.к. в процессе измельчения материал некоторое время вращается внутри измельчающей камеры?
6. Следует пояснить, почему при определении коэффициента трения стр. 79, использовалась стальная наклонная доска и какие требования предъявлялись к качеству поверхности стальной наклонной доски (рисунок 3.5), так же как учитывалась влажность материала?
7. Описание контрольно-измерительных приборов (стр. 76) следовало бы поместить в отдельном разделе 3.5 «Методика исследования энергетики процесса измельчения и степени измельчения кормов», так как они не имеют прямого отношения к конструкции установки.
8. Следует пояснить, что автор понимает под характеристикой «угол скольжения ножа»  $\tau$  (стр. 114) или «угол скольжения»  $\tau$  (стр. 115), формула (4.13), т.к. на рисунке 4.3 обозначения  $\tau$  нет.
9. После заключения следовало бы указать направления научных исследований и перспективы дальнейшей работы по теме диссертации.

При этом следует отметить, что замечания по выполненной работе не снижают ее теоретическую и научно-практическую значимость и могут быть использованы при дальнейшей работе в исследуемом направлении.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В целом, диссертационная работа Вертия Александра Анатольевича «Повышение эффективности процесса измельчения грубых стебельчатых кормов» выполнена на достаточно высоком научно-методическом и техническом уровнях, является завершенной, самостоятельно выполненной научной работой, в которой получены новые теоретически и практически

обоснованные результаты, которые в совокупности решают важную научно-прикладную задачу повышения эффективности технологического процесса измельчения грубых стебельчатых кормов, соответствует паспорту специальности 05.20.01 и требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Официальный оппонент: доктор  
технических наук, профессор  
кафедры «Машины и оборудование в  
агробизнесе», доцент  
ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ

Ю.В. Саенко

Почтовый адрес: Россия, 308503, Белгородская область, Белгородский район,  
п. Майский ул. Вавилова, 1

Наименование организации: ФГБОУ ВО «Белгородский государственный  
аграрный университет» имени В.Я. Горина»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина» (ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ), адрес: 308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, 1. Тел. +7 (4722) 39-21-79, e-mail: info@bsaa.edu.ru

