

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина»

На правах рукописи



ТУМАНОВА Марина Ивановна

ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ СТЕБЕЛЬНЫХ КОРМОВ С ДИСКОВЫМ
РАБОЧИМ ОРГАНОМ ДЛЯ МАЛЫХ ФЕРМ КРС

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель –
доктор технических наук,
профессор ФРОЛОВ В.Ю.

Краснодар 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОСТОЯНИЕ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРМОВ ДЛЯ КРС.....	10
1.1 Характеристика производственной деятельности животноводческих предприятий малых форм хозяйствования.....	10
1.2 Анализ существующих конструкций машин для измельчения стебельных кормов в прессованном виде для ферм КРС.....	20
1.3 Классификация измельчителей кормов.....	27
1.4 Обзор научных исследований по изучению процесса работы измельчителей стебельных кормов	32
1.5. Выводы и задачи исследования.....	37
2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ СТЕБЕЛЬНЫХ КОРМОВ И ОБОСНОВАНИЕ ЕГО ПАРАМЕТРОВ	39
2.1 Обоснование конструктивно-технологической схемы измельчителя стебельных кормов в прессованном виде.....	39
2.2 Определение факторов, влияющих на энергоемкость процесса измельчения стебельных кормов в прессованном виде, и производительности измельчителя стебельных кормов в прессованном виде.....	42
2.3 Определение энергоемкости измельчителя стебельных кормов в прессованном виде.....	51
2.4 Выводы.....	59
3 МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СТЕБЕЛЬНЫХ КОРМОВ.....	61
3.1 Цель экспериментальных исследований.....	61

3.2 Описание экспериментальной установки.....	63
3.3 Методика экспериментальных исследований.....	68
3.4 Методика отбора кормового материала для исследований измельчителя стебельных кормов в прессованном виде и критерии оценки работы машины.....	70
3.5 Методика проведения многофакторного эксперимента.	71
3.6 Результаты оптимизации процесса измельчения стебельных кормов в прессованном виде.....	75
3.7 Результаты поисковых исследований оптимальных показателей процесса измельчения кормов, их анализ.....	78
3.8 Методика расчета конструктивно-технологических параметров измельчителя стебельных кормов в прессованном виде.....	93
3.9 Выводы.....	94
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ СТЕБЕЛЬНЫХ КОРМОВ.....	
4.1 Экономическая эффективность применения проектируемого измельчителя стебельных кормов.....	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	111
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	114
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	129

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. До 85% минимальный уровень обеспечения страны мясом собственного производства предусматривает доктрина продовольственной безопасности России. Кормление крупного рогатого скота питательными кормами обеспечивает высокую продуктивность животных. Процесс измельчения кормов является трудоемким, поэтому необходимы эффективные и ресурсосберегающие технические средства по приготовлению кормов КРС.

В РФ насчитывается более 21 тысячи малых ферм (до 100 коров). Имеется большое число ферм от 100 до 400 коров. Доля ручного труда в малых формах хозяйствования (МФХ), крестьянско-фермерских хозяйствах (КФХ), личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) достигает 65 % и более, что обусловлено отсутствием ресурсосберегающих средств по выполнению технологических операций при производстве продукции животноводства.

Применение достаточно энергоемких существующих типов измельчителей, особенно в условиях предприятий МФХ, увеличивает себестоимость продукции животноводства.

Поэтому разработка новых типов измельчителей с низкой энергоемкостью является актуальной задачей. Одним из способов снижения энергоемкости - применение дисковых рабочих органов, оснащенных комбинированными сегментами.

Работа выполнена в соответствии с госбюджетной программой НИР факультета механизации «Разработка малотоннажных, ресурсосберегающих механизированных технологий производства продукции животноводства на предприятиях малых форм хозяйствования» № ГР 01201153626 на 2011-2015 гг. и № ЕГИСУ НИОКР 4А-А16-116022410038-8 на 2016-2020 гг.

Степень разработанности темы. Теоретическими исследованиями процесса измельчения стебельных кормов при минимальных затратах энергии занимались многие исследователи. Такие как В.А. Кирпичев Ф. Кик, П.А.

Ребиндер, А.А. Гриффитс, С.В. Мельников, Н.Е. Резник, В.Р. Алешкин, Н.М. Рошин, М.А. Тищенко М.А., И.Н. Краснов, А.М. Семенихин, А.И. Завражнов, А.Т. Лебедев и другие ученые.

Несмотря на большое количество исследований процесса измельчения стебельных кормов в прессованном виде, такие вопросы как измельчение кормов дисковым рабочим органом, оснащенный комбинированными режущими сегментами не решены.

Объект исследования – измельчитель стебельных кормов в прессованном виде с дисковым рабочим органом, оснащенный комбинированными режущими сегментами.

Предмет исследования - зависимость удельной энергоемкости от параметров измельчителя с дисковым рабочим органом и режущих сегментов.

Цель работы – обоснование конструктивно-технологических параметров измельчителя стебельных кормов с дисковым рабочим органом, оснащенный комбинированными режущими сегментами для снижения удельной энергоемкости процесса измельчения стебельных кормов в прессованном виде.

Задачи исследований:

- разработать конструктивно-технологическую схему измельчителя стебельных кормов в прессованном виде с дисковым рабочим органом, оснащенный комбинированными режущими сегментами;

- провести теоретический анализ рабочего процесса измельчителя стебельных кормов в прессованном виде с дисковым рабочим органом, оснащенный комбинированными режущими сегментами и определить факторы, влияющие на энергоемкость процесса;

- определить конструктивно-технологические параметры комбинированных режущих сегментов, расположенных на дисковом рабочем органе;

- провести экспериментальные исследования процесса измельчения стебельных кормов в прессованном виде и проверить факторы, влияющие на

энергоёмкость, определить их рациональные конструктивно-технологические параметры;

- дать экономическую оценку внедрения предлагаемого измельчителя стебельных кормов в прессованном виде с дисковым рабочим органом, оснащённым комбинированными режущими сегментами и разработать методику расчёта основных конструктивно-технологических параметров.

Научную новизну представляют:

– аналитические зависимости для определения выражений производительности и удельной энергоёмкости от параметров комбинированных режущих сегментов измельчителя стебельных кормов в прессованном виде;

– математическая модель процесса измельчения стебельных кормов, позволяющая обосновать основные конструктивно-технологические параметры измельчителя стебельных кормов, а также его производительность и энергоёмкость процесса;

– уравнения регрессии конструктивно - технологических параметров дискового рабочего органа, оснащённого комбинированными режущими сегментами, измельчителя стебельных кормов.

Теоретическая и практическая значимость исследований составляют:

– конструктивно - технологические параметры измельчителя стебельных кормов, позволяющие уменьшить удельную энергоёмкость процесса измельчения на 41,5% по сравнению с ИРР-1М;

– конструктивно-технологическая схема измельчителя стебельных кормов.

Новизна предложенных технических решений подтверждена патентами РФ на изобретение № 2530811, № 2542120, № 2581488 и полезную модель № 163827.

Методы исследований. Аналитические исследования проводились с применением основных аспектов высшей математики, теоретической механики.

Экспериментальные исследования выполнялись в лабораторных и производственных условиях. В соответствии с существующими методиками и базировались на планирование многофакторного эксперимента.

Результаты экспериментальных исследований обрабатывались на ПК с использованием пакетов программ MathCad , Microsoft Excel, Statistica 7.0.

На защиту выносятся следующие положения:

– конструктивно-технологическая схема измельчителя стебельных кормов в прессованном виде с дисковым рабочим органом, оснащенный комбинированными режущими сегментами;

– аналитические зависимости производительности и удельной энергоемкости процесса от параметров комбинированных режущих сегментов измельчителя стебельных кормов в прессованном виде, расположенных на дисковом рабочем органе;

– математическая модель процесса измельчения стебельных кормов, позволяющая обосновать основные конструктивно-технологические параметры измельчителя стебельных кормов, а также его производительность и энергоемкость процесса;

– результаты экспериментальных исследований процесса измельчения стебельных кормов, определение рациональных параметров измельчителя с дисковым рабочим органом, влияющих на энергоемкость.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций подтверждена результатами лабораторных исследований, статистической обработкой экспериментальных данных. Основные положения работы доложены, обсуждены и одобрены на научно-практических конференциях. На IX Всероссийской научно-практической молодых ученых, посвященная 75-летию В.М. Шевцова «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» (Краснодар, 2015 г.). На X Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И.С. Косенко «Научное обеспечение агропромышленного комплекса» (Краснодар, 2016 г.).

На III International Scientific and Practical Conference "Modern Scientific Achievements and Their Practical Application" (Дубай, 2016 г.) получен диплом участника. На XIX Московский международный Салон

изобретений и инновационных технологий «Архимед-2016» (Москва, 2016 г.), где отмечены золотой медалью и дипломом. На X международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной Году экологии и 65-летию Красноярского ГАУ (Красноярск, 2017 г.). На научно-практической конференции «Инновационные технологии производства и переработки с/х продукции» (Зерноград, 2017 г.) получен сертификат участника. На Международной научной конференции SCINCEAND CIVILIZATION (Шеффилд, 2017 г.) получен сертификат участника. На международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Курск, 2017 г.). Получен диплом участника за активное и профессиональное участие в XVII Международной выставке «Золотая НИВА» и продвижение продукции (Усть - Лабинск, 2017 г.). На 73 научной конференции преподавателей «Научные инновации – аграрному производству» (Краснодар, 2017 г.). На научно-практической конференции «Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции» в рамках Всероссийской научной конференции «Научно-техническое обеспечение АПК Юга России» (Зерноград, 2017 г.). На Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Омского ГАУ (Омск, 2018 г.).

Результаты исследований обсуждены и одобрены на заседание научно-технического совета Министерства с/х и перерабатывающей промышленности Краснодарского края в рамках госбюджетной программы НИР факультета механизации «Разработка малотоннажных, ресурсосберегающих механизированных технологий производства продукции животноводства на предприятиях малых форм хозяйствования» № ЕГИСУ НИОКР 4А-А16-116022410038-8. Предлагаемые технические решения внедрены в хозяйствах Краснодарского края и используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ», ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ».

Публикации. Основные положения работы опубликованы в 29 научных трудах, в том числе в 11 изданиях, рецензируемых ВАК РФ, получены 4 патента

на изобретение и 1 патент на полезную модель, 2 публикации в журнале Web of Science “Research journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences”.

Общий объем публикаций составляет 5,3 печатных листов, из них на долю автора приходится 4,1 печатных листов.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 179 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 123 наименований и приложения, а также содержит 60 рисунков и 18 таблиц.

1 СОСТОЯНИЕ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРМОВ ДЛЯ КРС

1.1 Характеристика производственной деятельности животноводческих предприятий малых форм хозяйствования

Задачи для решения проблемы снабжения мясом, молоком и другими продуктами животноводства населения страны нашли отражение в программе развития АПК. В государственной программе развития сельского хозяйства на период до 2020 года определены основные цели и задачи: стимулирование инвестиционной деятельности и инновационного развития агропромышленного комплекса; реализация мероприятий по развитию сельского хозяйства и регулированию рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия и другие [13,93].

«Подпрограмма "Развитие малых форм хозяйствования в агропромышленном комплексе Краснодарского края" включает мероприятия, направленные на: предоставление субвенций муниципальным образованиям Краснодарского края на осуществление переданных государственных полномочий по поддержке сельскохозяйственного производства; на предоставление грантов и единовременной помощи на поддержку начинающих фермеров; поддержку кредитования малых форм хозяйствования; организацию и проведение среди субъектов малых форм хозяйствования агропромышленной выставки "Кубанская ярмарка", предоставление грантов победителям агропромышленной выставки "Кубанская ярмарка"; организацию обучающих семинаров для малых форм хозяйствования в АПК; организацию сельских усадеб в малых сельских населенных пунктах Краснодарского края; реализацию мер государственной поддержки сельскохозяйственных потребительских кооперативов» [70].

Характерной особенностью развития животноводства в современных условиях является многоукладность сельского хозяйства: «физические, юридические лица, личные подсобные хозяйства (ЛПХ), крестьянские (фермерские) хозяйства К(Ф)Х, малые сельскохозяйственные организации и потребительские кооперативы» [70]. Регулирование деятельности производится на основании Федерального закона "О крестьянском (фермерском) хозяйстве" и Федерального закона "О сельскохозяйственной кооперации".

«В Краснодарском крае осуществляют деятельность в агропромышленном комплексе 3,2 тыс. сельскохозяйственных предприятий, 15,7 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей, а также 900,2 тыс. личных подсобных хозяйств населения, из которых порядка 60% приходится на сельскохозяйственные предприятия и порядка 25% - на личные подсобные хозяйства населения» [70] (рисунок 1.1).

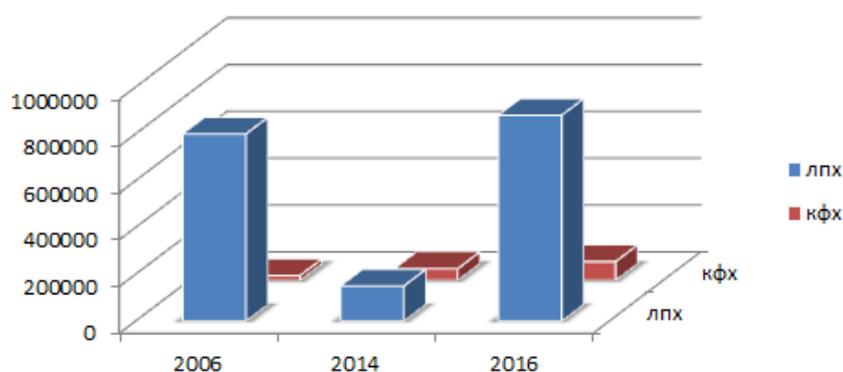


Рисунок 1.1 – Количество ЛПХ и КФХ в Краснодарском крае

По данным Краснодарстата в Краснодарском крае по состоянию на 1 апреля 2018 года на долю малых форм хозяйствования в общем объеме сельскохозяйственного производства приходится: 32% (114,4 тыс. тонн) от краевого объема молока, 27,6% (33 тыс. тонн) от произведенного в крае скота и птицы на убой в живом весе и 37% (149 млн. шт.) от произведенного в крае яйца (рисунок 1.2).

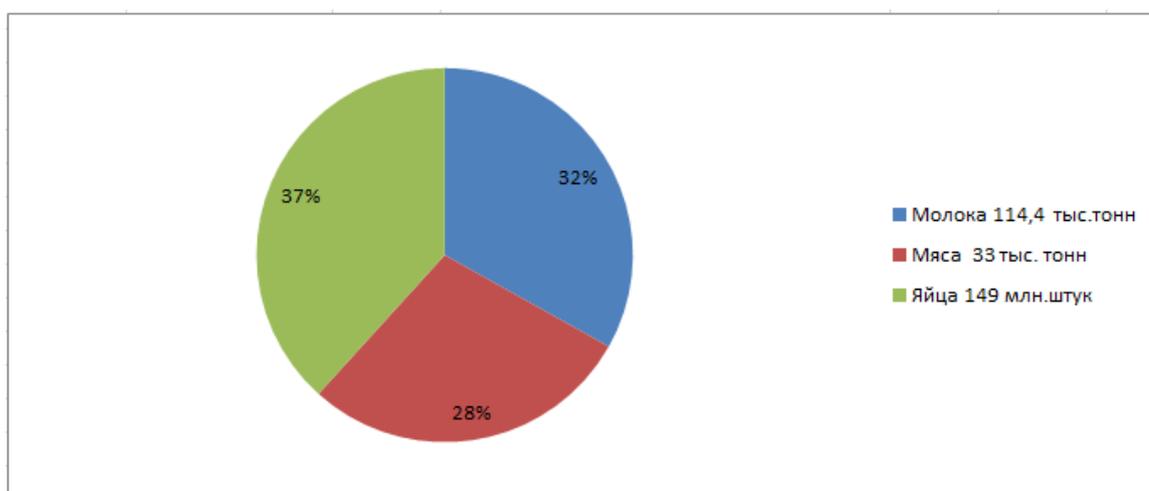


Рисунок 1.2 - Доля продукции малых форм хозяйствования в общем объеме сельскохозяйственного производства в Краснодарском крае по состоянию на 01.04.2018 года

Основными лидерами в России по наибольшей численности поголовья коров являются Республики Дагестан и Башкортостан, Алтайский край, Республики Татарстан и Калмыкия, Ростовская область, Оренбургская область, Краснодарский и Ставропольский край, Новосибирская область (рисунок 1.3).

В Краснодарском крае доля поголовья сельхозживотных в общем поголовье составила по крупному рогатому скоту 35,8% (193,4 тыс. голов), в том числе коров - 38,6% (83 тыс. голов), по мелкому рогатому скоту - 92% (217,5 тыс. голов). По состоянию на 1 апреля 2018 года поголовье КРС в малых формах хозяйствования увеличилось на 0,1 тыс. голов к аналогичному уровню 2017 года (193,4 тыс. голов). Численность поголовья коров в малых формах хозяйствования к аналогичному уровню 2017 года увеличилась на 0,3 тыс. голов и составила 83 тыс. голов. Повышение продуктивности животных невозможно без качественной подготовки кормов, то есть обеспеченность животных сбалансированными кормами, которые для повышенной их усвояемости измельчают, так как в кормах, подвергшихся измельчению, увеличивается активная поверхность частиц.



Рисунок 1.3 - Регионы России по наибольшей численности поголовья по состоянию на 1 июля 2017 года, тысяч голов

Чтобы важные для здоровья животных полезные микроэлементы в кормах, хорошо усваивались их необходимо измельчить. Так как с увеличением активной поверхности частиц стебельных кормов, ускоряется процесс пищеварения у животного и корма ими лучше усваиваются [49,81,82,95,96,106,115].

Для выращивания и откорма молодняка применяют различные виды кормов, их рацион, в зависимости от способа и содержания животных [36,37,38,39].

Типовой рацион включает различные наименования кормовых элементов в соответствии с технологией системы кормления животных [15,16,23]. «Примерный рацион для коров разной продуктивности живой массой 500 кг в зимний период, кг на одну голову в сутки представлен» [42,43,44,45,48,71,72] таблице 1.1 .

При недостатке в рационе перевариваемого протеина, минеральных веществ, а также при нарушении пищеварительных процессов в рубце животного, вызванных неправильным рационом, снижаются удои и процент жира в молоке [117,118,119,120,121,122,123].

Таблица 1.1 - Рацион для коров в зимний период, кг на одну голову в сутки (масса животного 500 кг)

Компоненты	Суточный удой, кг		
	11,5	15	20
Сено, кг	5,0	5,5	6,0
Силос, кг	16,0	12,5	9,0
Сенаж, кг	6,0	7,0	7,0
Корнеплоды, кг	6,0	10,0	18,0
Концентраты, кг	2,4	4,0	6,8
Поваренная соль, г	75,0	85,0	105,0
Всего, кормовых единиц	10,5	12,3	15,4

Развитие и здоровье теленка, упитанность, высокая продуктивность, предупреждение от расстройств пищеварения в значительной мере определяются условиями кормления и содержания коров в стельный сухостойный период, который длится 4-6 недель (таблица 1.2) [104]. В летний период стебельные и сочные корма заменяют зеленой массой соответствующей их питательности и количеству. Среднесуточные приросты составляют: 7...12 мес. - 750 г; 13...18 мес. - 850 г. Живая масса одного животного в начале периода 155 кг; в конце периода 445 кг (таблица 1.3) [104].

Таблица 1.2 - Кормовой рацион для сухостойной коровы с живым весом 500 кг, с удоем 15 кг молока с 4% жира

Корма	Кол-во, кг	Содержание				
		Кормовых единиц, кг	Перевариваемого протеина, г	Кальция, г	Фосфора, г	Каротина, г
Силос	15	3	210	23	83	225
Яровая	2	0,62	28	8	2	3
Сено	6	2,52	288	36	13	90
Жмых	0,7	0,77	277	3	7	1
Отруби пшеничные	1,5	0,1	195	2	15	6
Хвойная	1	-	-	-	-	80

Таблица 1.3 - Рационы кормления дорастиваемого и откармливаемого
молодняка

Корм, кг			Содержится в рационе					
Живая масса, кг	Сенаж (36% сухого вещества)	комбикорм	Сухого вещества, кг	Кормовых единиц, кг	Перевариваемого протеина, г	Клетчатки	Кальция, г	Фосфора, г
Дорастивание (среднесуточный прирост массы – 750-800 г.)								
150	8	2,8	4,88	4,62	459	998	28	20
200	10	2,0	5,68	5,28	521	1134	33	23
250	12	2,0	6,61	5,92	685	1302	37	26
300	14	2,0	7,05	6,56	642	1451	41	29
Откорм (среднесуточный прирост массы – 1250 г)								
350	16	3,0	8,29	8,05	815	1687	46	35
400	18	3,5	9,35	9,26	942	1885	50	40
450	18	4,0	9,9	9,68	966	1912	53	44
500	20	4,5	11,0	10,75	1100	2136	60	47

Проанализируем требуемую производительность измельчителя стебельных кормов.

Производительность мобильного измельчителя можно определить из выражения [55,69]:

$$Q = \frac{V_p \cdot q}{l_1 \cdot n}, \quad (1.1)$$

где V_p - рабочая скорость агрегата, м/с; (для МТЗ-80) $V_p = 0,5 - 1$ м/с;

« q - суточная норма выдачи корма на 1 голову, кг, для сена – $q = 4-6$ кг[55]»;

« l_1 - фронт кормления, приходящийся на 1 голову. Для молодняка КРС - $l_1=0,4 - 0,7$; для коров - $l_1= 0,6 - 1,2$ м» [55,69];

n - кратность кормления в сутки. Обычно $n = 2 - 3$.

Тогда при измельчении и выдаче сена

$$Q = \frac{0,5 \cdot 4}{1,2 \cdot 3} = 0,5 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 1,8 \text{ т/ч}$$

Таким образом, расчетная производительность измельчителя стебельных кормов (сена) до 2,0 т/ч.

Плохая организация процесса заготовки стебельных кормов и измельчение кормов приводит к значительным потерям, снижает продуктивность животных и эффективность производства. Качественные стебельные корма (сено, солома) особенно необходимо высокопродуктивным животным - дойным коровам, мясному скоту, ягнятам и рабочим лошадям.

«Общая земельная площадь Краснодарского края составляет 7,5 млн. гектаров, общая площадь сельскохозяйственных земель составляет 4729,3 тыс. гектаров, из них пашни - 3738,6 тыс. гектаров, 340,9 тыс. гектаров заняты пастбищами, многолетние насаждения занимают около 69,0 тыс. гектаров, из них 44,2 тыс. гектаров занято садами и 24,8 тыс. гектаров виноградниками. Это основной пахотный фонд края, отличающийся высоким плодородием» [70] (рисунок 1.4).

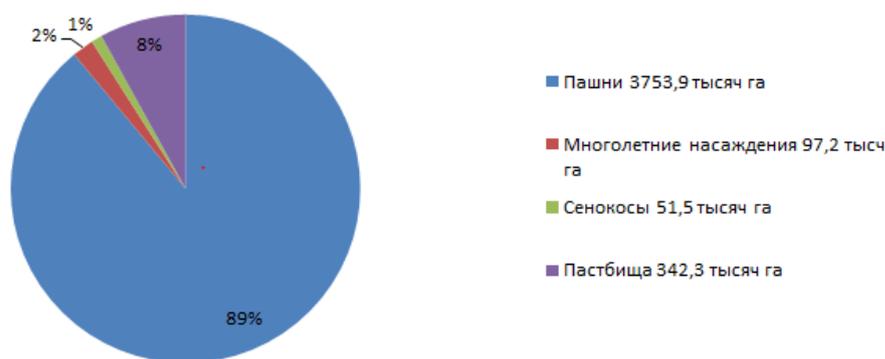


Рисунок 1.4 - Распределение сельскохозяйственных угодий категории с/х назначения на территории Краснодарского края по состоянию на 01.01.2013 года

Сено может быть приготовлено из трав в зависимости от ботанического состава и способа их выращивания альпийским, бобово-разнотравным, осоковым,

вейниковым, горным, ежи сборной, злаковым, залежным, злаково-полынным, заливного луга, крапивным.

В целом же все виды сена естественных угодий должны иметь следующие показатели: влажность не более 15%, количество сухого вещества может колебаться от 820 г до 890 г. В сухом веществе должно содержаться кормовых единиц от 0,31 (сено из крапивы) до 0,63 (сено из альпийских трав). Количество белка может колебаться от 208 г в 1 кг (сено из крапивы) до 66 г (сено ежи сборной). Количество безазотистых экстрактивных веществ, в состав которых входят сахар, крахмал и клетчатка, также различно и в основном зависит от фазы скашивания травы (бутонизация, цветение или созревание семян).

Прессование является перспективной способом подготовки стебельных кормов к хранению (хорошее качество сохраняемого сена, уменьшаются финансовые и трудовые затраты, возможность механизированной раздачи и дозирование при скармливании. Во многих странах дальнего зарубежья прессуется до 90% заготовленного сена (США). Однако сдерживающим фактором использования такого способа является отсутствие средств для погрузки, загрузки, прессования, измельчения, а также высокая стоимость уже существующего оборудования (рисунок 1.5).



а



б

Рисунок 1.5 - Стебельные корма, заготовленные в тюках(а) и рулонах (б)

Для того чтобы заготовить сено в тюках необходимо осуществить следующие операции: скашивание травы, формирование валков из нее, их подбор и формирование рулонов или тюков. Затем их складывают в штабеля и перевозят в хранилище. Рулон в диаметре может иметь размер от 1 до 1,8 м. Тюки имеют самые различные размеры: от 400 х 500 х 700 до 900 х 1200 х 2600 мм. Масса тюков и рулонов может колебаться от 15 до 700 кг (таблица 1.4).

Таблица 1.4 - Вес тюков и рулонов сена

Сено в тюках		Сено в рулонах	
Размер, см	Вес, кг	Размер (диаметр/длина), м	Вес, кг
38x53x30	5-6	1,1/1,2	120-200
90x50x35	15-20	1,45/1,2	220-375
82-	20-22	1,8/1,5	450-700
		1,5/1,2	320/500-450-700
		1,2/1,2	150
		1,4/1,4	240

Преимуществами заготовки сена в тюках или рулонах являются снижение потери при уборке; «минимальные потери листовой части растений наиболее их питательной части; уменьшение трудозатрат; эффективное использование хранилищ» [110].; потери не превосходят 5 % при сохранности урожая.

Стебельные корма как упруго – вязкопластический материал имеет волокнистую структуру и выраженную анизотропность (зависимость физических свойств вещества (механических, тепловых, электрических, магнитных, оптических) от направления). К числу важнейших физических свойств стебельных кормов относится их плотность (кг/м^3), показывающая какое количество массы помещается в единице объема. Она зависит от влажности, ботанического состава травосмеси, крупности частиц [51]. Характеристика физико-механических свойств стеблей приведена в таблице 1.5. Для кормов знать характеристики свойств и условия нагружения, при которых должно произойти обязательное их разрушение, необходимо для того, чтобы отыскать условия и рабочие режимы машин, при которых разрушение частиц перерабатываемого корма будет возможно с наименьшей затратой энергии. Качество измельчения материалов должно быть само различное, в зависимости от условий дальнейшего использования. После измельчения стебельного корма средневзвешенный размер частиц должен находиться в пределах от 30 до 50 мм. При использовании в качестве подстилки средний размер частиц после измельчения должен быть в пределах 80-100 мм.

Таблица 1.5– Физико-механические свойства стеблей

Корм	Диаметр стеблей на высоте среза, мм		Высота стеблей, м		Удельная работа резания, Дж/м ² *10 ³	
	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
толстостебельные	15	50	1,0	5,0	5,9	23,6
тонкостебельные	5	10	0,5	3,0	5,9	23,6
травы	2	15	0,3	0,8	3,9	21,6

Таким образом, можно сделать вывод о том, что:

- личные, подсобные и крестьянские (фермерские) хозяйства играют важную роль в решении проблемы обеспечения населения Краснодарского края и РФ продукцией животноводства;

- для повышения продуктивности животных и эффективности производства МФХ необходимы качественные корма;

- стебельные корма составляют (до 60 процентов) основную часть рациона для КРС;

- содержат большое количество клетчатки (до 32%), поэтому для повышения усвояемости питательных веществ, требуют измельчения перед потреблением;

- перспективным способом заготовки является способ прессования в рулоны и тюки;

- параметры и режимы работы измельчителя стебельных кормов необходимо выбирать исходя из того, что один из основных этапов подготовки к скармливанию стебельных кормов является технологический процесс измельчения, который должен происходить с наименьшей затратой энергии, следовательно, необходимо учитывать физико-механические свойства стебельных корм, а также размеры тюков или рулонов;

- расчетная производительность измельчителя стебельных кормов составляет (сена) до 2,0 т/ч. В настоящее время на рынке сельскохозяйственной техники огромный выбор машин с различными техническими показателями.

Проведем анализ основных конструкций машин отечественного и зарубежного производства, которые возможно применять в условиях малых форм хозяйствования и рассмотрим их основные технические характеристики: производительность, мощность, удельную энергоемкость.

1.2 Анализ существующих конструкций машин для измельчения стебельных кормов в прессованном виде для ферм КРС

Измельчитель соломы стационарный ИСС-180 (рисунок 1.6) . Его назначение загрузка измельчение сена, соломы в рулонах. Выгружается отработанный материал в навал или «транспортное средство» [25].

Стационарные измельчители ИРР (рисунок 1.7) предназначены для измельчения соломы и сена. Позволяют измельчать солому и сено в рулонах и тюках цилиндрической формы в сечку разной длины [26].



Рисунок 1.6 - Измельчитель соломы стационарный ИСС-180

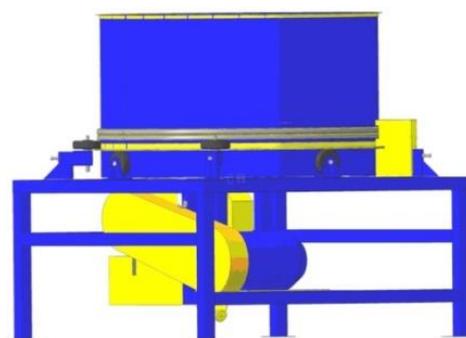


Рисунок 1.7 - Измельчитель стационарный ИРР-1М

Измельчитель рулонов корма ИРК-145 (рисунок 1.9. Назначение данной машины – измельчение грубых кормов, подстилочного материала в рулонах. А затем подача их в кормушки или в стойла животных [28].

Рабочими органами измельчителя является фреза – это диск с 8-ю ножами, рулон прижимаясь к фрезе под действием собственного веса измельчается. Измельченная масса попадает на лопасти крыльчатки ротора и выносится вверх , а затем поступает в выгрузной рукав [29].

Данный измельчитель рулонов ИР-1,8 (рисунок 1.10) имеет возможность самозагрузки, измельчения рулонов сена, сенажа в упаковке и соломы. Затем транспортирует и подает измельченный материал на кормовой стол или в качестве подстилки для животных [30].



Рисунок 1.9 – Измельчитель грубых кормов в рулонах ИРК - 145



Рисунок 1.10 - Измельчитель рулонов ИР-1,8

Измельчитель кормов роторный РИК - 88 (рисунок 1.11) предназначен для измельчения грубых кормов в рассыпном и прессованном видах (рулонов или тюков соломы и сена), при этом влажность колеблется в пределах от 20 до 60 процентов и выше «с одновременной погрузкой измельченной массы в транспортные средства. Применяется на фермах крупного рогатого скота на 100 – 2000 голов во всех зонах животноводства» [17].

Измельчитель соломы навесной ИСН-1,8 (рисунок 1.12) «предназначен для измельчения и разбрасывания соломы как для кормления животных, так и для подстилки в стойловый период. Измельчающий ротор с набором молотков и сит позволяет измельчать солому различных фракций. Подстилка с лучшими показателями впитывания гарантирует чистоту животных и гигиену места отдыха животных» [18].



Рисунок 1.11 - РИК-88



Рисунок 1.12 - ИСН-1,8

Кормоизмельчитель КР - 02 предназначен для измельчения сухой травы, сена и соломы (рисунок 1.13).



Рисунок 1.13 - Кормоизмельчитель КР-02 Рисунок 1.14 - Соломорезка НХ

Производительность данного оборудования от 400 до 120 кг/час. Машина измельчает, а загрузка производится вилами, что удобно в условиях работы малых ферм, а также в комплект входит решетка для получения фракции измельченного материала 25-30 мм.

Для приготовления кормов (измельчения соломы, сена, травы) для домашней птицы и животных в условиях личного подсобного хозяйства предлагается соломорезка производства Турции НХ. Мощность машины до 3 кВт (рисунок 1.14).

Оценка работы измельчителя производится по его техническим характеристикам, а именно производительности, удельной энергоемкости, качеству измельчения, а их обуславливают конструктивные параметры.

Таким образом, в таблице 1.6 проанализированы сравнительные характеристики вышеуказанных измельчителей.

Таблица 1.6 - Сравнительная характеристика некоторых измельчителей кормов

Модель	Габаритные размеры ДХШХВ, мм	Производительность, т\ч	Мощность привода, кВт	Удельная энергоёмкость, кВт ·ч /т	Измельчающий аппарат
РИК-88	3400x4636x3200	5,0	55	11	молотки
ИРК-145	3800x2400x2500	3,18	50	15,7	ножи
ИСН-1,8	4190x2150x2640	1,85	до 50	27,02	молотки
ИСС-180	1000x2600x3300	2,5	49	19,6	Ножи, молотки
ИР-1,8	6100x2875x3100	3,9	55	14	молотки
ИРР-1М	2370x2100x2300	2,0	40	20	Молотки
КР-02	-	0,4	4,5	11,25	-
НХ	-	0,2	3,0	15,0	-
Предлагаемый измельчитель	570x570x755	1,5-2	5	2,5-3	Ножи

Для получения измельченного готового продукта в машинах используют различные принципы разрушения: сжатие, сдвиг, удар, резание и другие. Использование различных принципов влияют на энергоёмкость процесса и фракционный состав готового материала.

«Измельчитель рулонов RB 1200 KRUK (Польша) предназначен для измельчения рулонов, RB 1500 KRUK - для измельчения рулонов и тюков» [31]. «Ножевой барабан измельчает подаваемый материал и подаёт на лопасти разбрасывающего ротора, что обеспечивает большую проходную способность и производительность машины» [31]. «Нож для круглых рулонов фирмы GOWEIL (Нидерланды) предназначен для измельчения и подачи сенажа, сена и силоса, спрессованных в цилиндрические рулоны. Когда нож открыт, рулон захватывается с помощью зубьев и перевозится на участок кормления. Рулон удерживается за счет легкого давления при контакте с ножом [57]. Разматыватель

рулонов RBA дает возможность оптимальной выдачи кормовой массы непосредственно на кормовой стол» [31]. Телескопическая погрузочная рука, устанавливаемая сбоку, позволяет легко подбирать рулоны в месте хранения [75]. «Серия машин UNIBALL (Италия)» была разработана в "Luclar international" для измельчения рулонов или тюков сена соломы всех размеров и одновременно раздачей на кормовой стол» [32]. «Измельчитель - выдуватель соломы барабанного типа - Tomahawk 505M предназначен для распределения подстилки в животноводческих помещениях. Измельчая рулон за 4-6 минут, выбрасывает измельченную солому на расстояние до 10 м и на высоту до 1,9 м с выгружаемым желобом. Измельченная солома варьирует от 2 до 12 см» [33].

Технические характеристики технических средств зарубежного производства представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 - Технические характеристики измельчителей кормов

Наименование параметров	Показатели измельчителей		
	Измельчитель рулонов RB 1200 KRUK	Измельчитель рулонов Uniball 1800 прицепной	Измельчитель-выдуватель соломы Tomahawk 505M
Установленная мощность привода, кВт	38,5	30,8-53,9	46,2-53,9
Измельчающий аппарат	Режущий барабан	Дисковый измельчитель	Дисковый измельчитель

Рассмотрены патенты РФ по кормоприготовительным машинам в прессованном виде. На рисунке 1.15 представлена конструктивно-технологическая схема раздатчика - измельчителя стебельчатого корма. Разработчик: «ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии» [59,60]. Патент № 2490880. Авторы: Повалихин Н.В., Скоркин В.К., Кустова В.Н. Рабочие органы: «измельчающие элементы, размещенные напротив зоны поступления сыпучего корма из питателя, закреплены с разнонаправленным наклоном к траектории их вращательного движения» [56,60]. Измельчитель - раздатчик прессованных кормов (рисунок 1.16). Разработчик: «ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии» [61]. Патент № 2444184. Авторы: А.А. Артюшин, Измайлов А.Ю., Резник Е.И. и другие. Рабочие органы: «измельчающие элементы выполнены в виде ножей сегментной

формы. Устройство также снабжено измельчителем, смонтированным внутри бункера и выполненным в виде большого и расположенного над ним малого фрез барабанов» [61].

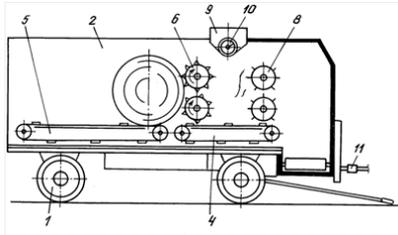


Рисунок 1.15 - Конструктивно-технологическая схема раздатчика-измельчителя

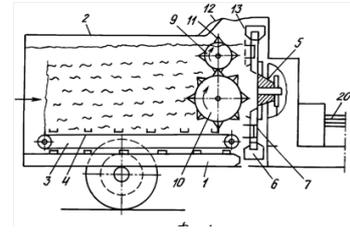


Рисунок 1.16 - Конструктивно-технологическая схема измельчителя-раздатчика прессованных кормов

Измельчитель-раздатчик стебельчатых материалов. Разработчик: Общество с ограниченной ответственностью Научно-технический центр "ФЕРММАШ" (ООО "НТЦ ФЕРММАШ"). Патент № 2311752. Авторы: Стяжкин В.И. Рабочие органы: блок битерных барабанов с режущими элементами, измельчающее устройство в виде приводного ротора с измельчающими элементами [62].

Измельчитель кормов (рисунок 1.17). Разработчик: «Фрунзенский конструкторско-технологический институт по кормоуборочным машинам» [5].

Авторское свидетельство № 1155190. Авторы: Б.И. Андрусенко, В.И. Василенко, Б.К. Пастухов, А.А. Шамин. Рабочие органы: Режущий ротор с счесывающими зубьями на внутренней поверхности бункера, расположенные по винтовой спирали [6].

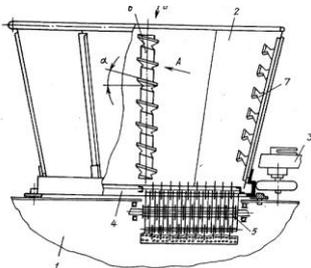


Рисунок 1.17 - Конструктивно-технологическая схема измельчителя кормов

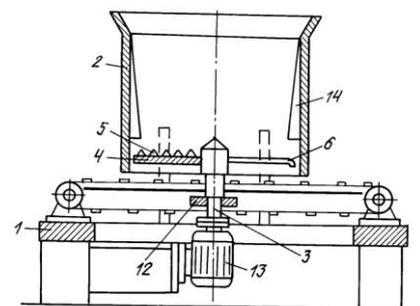


Рисунок 1.18 - Конструктивно-технологическая схема измельчителя корма, сформированного в рулоны

Измельчитель корма, сформированного в рулоны (рисунок 1.18). Разработчик: ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии. Патент № 2430506. Авторы: Повалихин Н.В., Андрюхина О.Л., Скоркин, В.К., Иванов Ю.А. Рабочие органы: диск отделителя корма, содержащий измельчающие элементы и консольно- закрепленные лопатки внутри бункера [63]. Измельчитель кормов (рисунок 1.19). Разработчик: Бишкекский конструкторско-технологический институт по кормоуборочным машинам. Авторское свидетельство № 1790445. Авторы: Ю.Д.Те, А.А.Фрик, В.И.Василенко, Б.К.Пастухов, А.А.Шамин, Л.К.Жуковская. Рабочие органы: Режущий ротор [5]. Измельчитель кормов (рисунок 1.20). Разработчик: Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства. Патент №2114525. Авторы: Тищенко М.А., Сергиенко А.Г., Суворов В.И. «Измельчающий аппарат выполнен в виде закрепленных на диске ротора измельчающих ножей и шарнирно установленных молотков» [64]. Таким образом, уровень механизации измельчения кормов на малых формах хозяйствования в 2-5 раз ниже, чем других процессов.

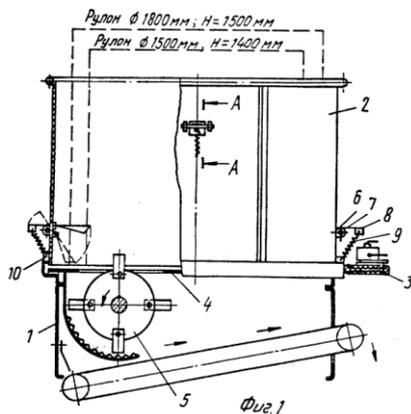


Рисунок 1.19 - Конструктивно-технологическая схема измельчителя кормов

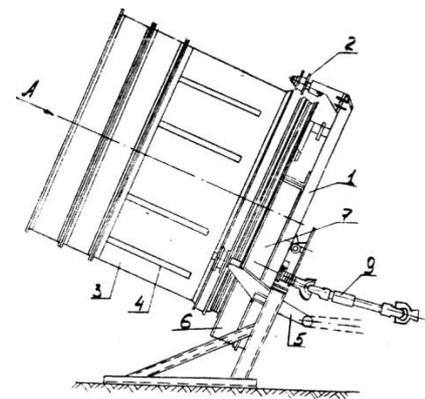


Рисунок 1.20 - Конструктивно-технологическая схема измельчителя кормов

Трудоемкость технологий приготовления кормов сельскохозяйственных животных, различные варианты рационов кормов, способов заготовки, их хранения негативно влияют на эффективное применение оборудования на малых фермах. Из проведенного выше анализа конструкций машин для малых форм хозяйствования подходят машины: ИРР-1М; ИР-1,8; ИСС-180, но их существенный недостаток – достаточно высокая энергоемкость. Необходимо разработать ресурсосберегающее техническое средство для МФХ.

1.3 Классификация измельчителей кормов

Частный вид измельчения – это процесс резания лезвием. Характер движения ножа относительно перерезаемого материала имеет первостепенное значение. В зависимости от движения ножа резание разделяют на рубящее и скользящее. Способами скользящего резания можно назвать:

- способ резания, ролучаемый вибрацией ножа,
- угол ножа к противорезущей пластине,
- криволинейная форма ножа (рисунок 1.21).

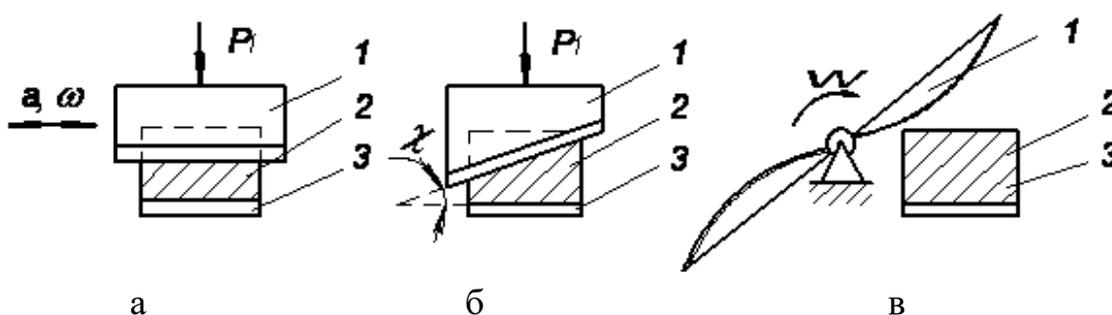


Рисунок 1.21 - Виды скользящего резания :

а) вибрационное; б) наклонное; в) плосковращательное: 1 – нож, 2 – перерезаемый материал; 3 – противорезущая пластина

Для того, чтобы применить тот или иной способ измельчения и конструкции рабочих органов измельчителей стебельных кормов, следует учитывать физико - механические свойства кормов, а также влажность, температуру, чтобы разрушение материала его было достигнуто при наименьших напряжениях и затрате энергии. В этом отношении раскалывание, истирание или резание представляются более выгодными.

«Теоретические и экспериментальные исследования ножевых измельчителей показали преимущество измельчителей с шевронными лезвиями ножей» [60]. «Экспериментальные исследования измельчителя возвратно-поступательного действия показали, что он имеет меньший уровень шума и не переизмельчает корм в сравнении с барабанным измельчителем» [60]. Измельчающие устройства выполняются также в виде молоткового ротора или ножевого.

Молотковые аппараты долговечны и надежны, однако эти аппараты имеют высокий расход энергии на привод. Барабаны с ножами имеют значительное распространение, однако их не выгодно применять, если измельчать материал, длительно хранящийся на открытых площадках, из-за наличия инородных частей.

Таким образом, немаловажное значение имеет состояние, вид и конструктивные параметры рабочих органов измельчающих машин: двухплоскостные дугового профиля или зубчатые сегменты, способ подвода исходного материала в зону измельчения и отвода готового продукта и другие. Поэтому необходимо оптимизировать конструктивно-технологические параметры и режимы работы измельчающих технических средств.

«Измельчающие машины состоят из бункера - питателя, измельчающего устройства и отгрузочного устройства. Бункера - питатели выполняются в виде горизонтальных с подвижным дном и вращающихся с наклонным и вертикальным расположением» [96].

« Вертикальные обеспечивают подачу стебельчатых кормов в любой форме: рулонов, тюков или рассыпном виде. Наклонные можно применять только при измельчении рулонов, так как при загрузке в них материалов имеет место

большие потери за счет выброса их из бункера» [96]. Также преимущество гравитационного способа подачи в том, что дополнительно действует работа гравитационной силы, которая по своей величине прямо пропорциональна массам данных тел и обратно пропорциональна расстоянию между ними, возведенному в квадрат.

Перспективным направлением для выгрузки готового измельченного материала является комплекс устройств, перемещающих этот материал с помощью сжатого воздуха.

Следовательно, существует проблема совершенствования имеющихся технических средств по пути улучшения рабочих органов и режущего аппарата [19,55,79,108,59,98,99,100,101,110]. Разработанная классификация [94] измельчителей кормов (рисунок 1.22) позволяет выбрать направления в создании наиболее улучшенной конструктивно-технологической схемы измельчителя стебельных кормов в прессованном виде.

«Анализируя существующие технические средства для доставки, измельчения и раздачи кормов животным, и изучая ранее разработанные схемы классификаций, можно подразделить измельчители последующим классификационным признакам (рисунок 1.22): по роду использования; по конструктивному исполнению; по способу подачи корма; по расположению режущего аппарата; по конструкции режущего аппарата; по способу измельчения кормов; по виду резания; по виду измельчающих элементов; по способу выгрузки кормов» [110].

«Согласно классификации все измельчители делятся на стационарные и мобильные, причем по конструктивному исполнению мобильные делятся на прицепные, полуприцепные, навесные, а стационарные – подвесные и наземные.

По способу подачи корма к измельчающим рабочим органам: под действием гравитационных сил, т.е. самотеком и принудительно за счет мощности механического средства - транспортером, воздушным потоком вентилятора, разряжением.

Измельчающий рабочий орган - режущий аппарат может быть горизонтальный, наклонный, вертикальный, а конструкции режущего аппарата: барабанные, дисковые, шнековые, битерные.

Измельчать корм можно плющением, дробление ударом, раскалыванием, истиранием, резанием. Согласно теории резания лезвием существуют следующие виды резания: нормальное, наклонное, скользящее (рисунок 1.21)» [110].

Способ выгрузки кормов в кормушки животным подразделяется на: пневматический, механический и самотеком [110].

Существуют способы передачи крутящего момента механизмам, а именно с помощью электрического привода, то есть управляемой электромеханической системой, предназначенной для преобразования электрической энергии в механическую и управление этим процессом и вала отбора мощности, в котором узел трактора, передающий вращение от двигателя на механизмы. Наиболее практичным способом является возможность совмещения в техническом средстве обоих способов [59].

Таким образом, «для снижения удельной энергоемкости и упрощения конструкции при измельчении прессованных кормов, целесообразно использовать технические средства с электроприводом, с гравитационной подачей материала на дисковым рабочим органом с двухплоскостными сегментами дугового профиля и горизонтальными зубчатыми сегментами, расположенными по периметру измельчающего рабочего органа, осуществляющего скользящее резание в двух или нескольких плоскостях с пневматической подачей материала в кормушки животным» [110].

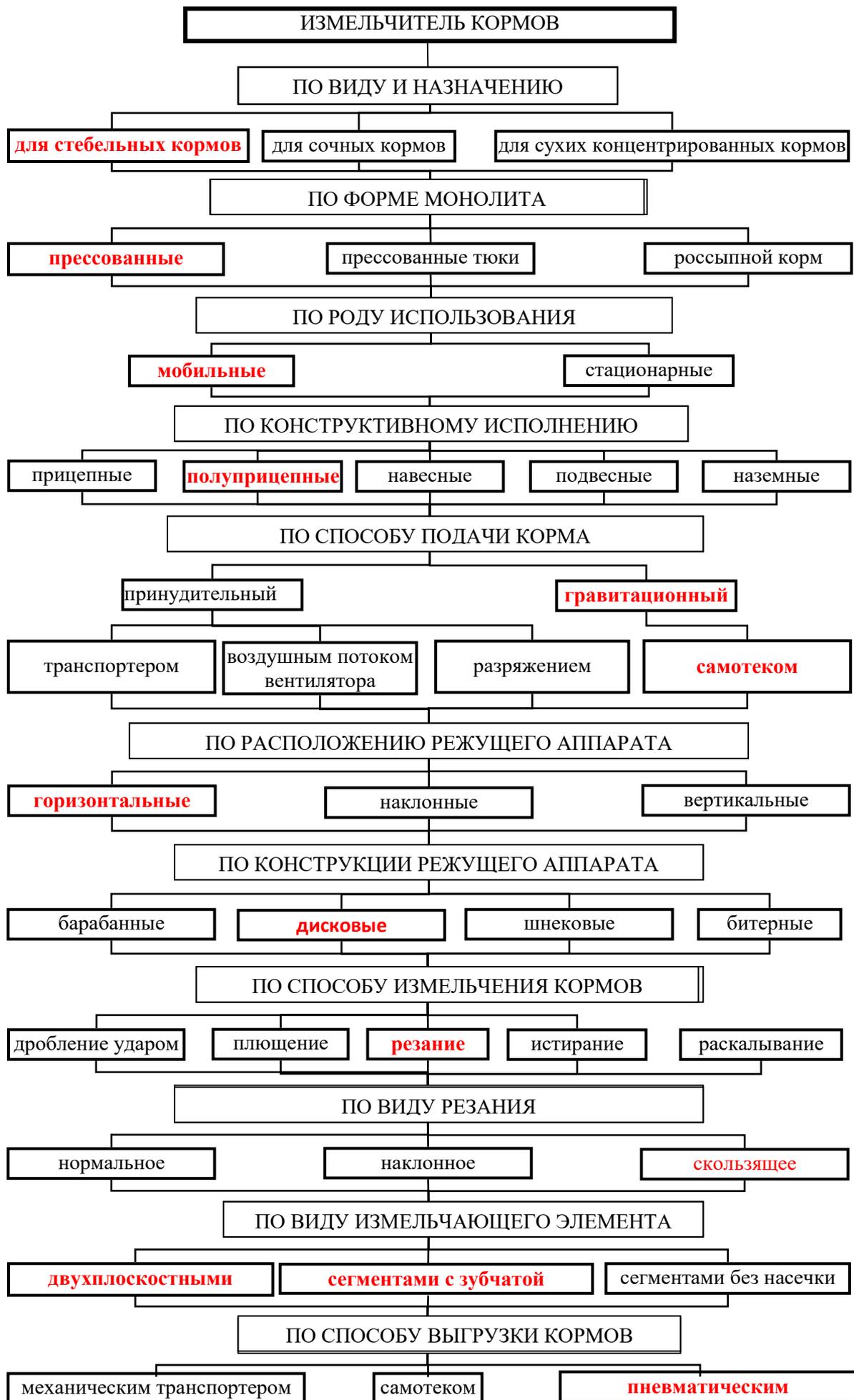


Рисунок 1.22 - Схема классификации измельчителей кормов

1.4 Обзор научных исследований по изучению процесса работы измельчителей стебельных кормов

Исследования ученых и опыт измельчения стебельных кормов измельчителями установили, что измельчение важный технологический процесс при измельчении кормов, которые требуют значительных энергозатрат. В цели и задачи этих исследований процесса измельчения кормов, входит рассмотрение технологии и технических средств механизации измельчения для обоснования теоретических и экспериментальных направлений исследований по совершенствованию механизированных процессов.

«Расход энергии на измельчение может быть определен из существующих теорий измельчения. Поверхностная теория исходит из того, что при измельчении работа расходуется на преодоление сил молекулярного притяжения по поверхностям разрушения материала. Из этой теории следует, что работа, необходимая для измельчения, пропорциональна вновь образующейся поверхности измельчаемого материала. Объемная теория исходит из того, что при измельчении работа расходуется на деформации материала до достижения предельной разрушающей деформации. Отсюда следует, что работа, необходимая для измельчения, пропорциональна уменьшению объема кусков материала перед их разрушением» [49,50,51].

Полная работа внешних сил выражается уравнением Ребиндера

$$A = A_d + A_{\text{п}} = K_1 \Delta V + K_2 \Delta F,$$

где A_d - работа, затрачиваемая на деформацию объема разрушаемого куска, Дж;

$A_{\text{п}}$ - работа, затрачиваемая на образование новой поверхности, Дж;

K_1 - коэффициент пропорциональности, равный работе деформирования единицы объема тела; ΔV — изменение объема разрушаемого тела; K_2 - коэффициент пропорциональности, равный работе, затрачиваемой на образование единицы новой поверхности; ΔF - приращение вновь образованной поверхности

«Научной основой работ в области механизации измельчения кормов являются труды академиков В. П. Горячкина, В.А. Желиговского, а также М.М.

Гернета, И.В. Макарова, С.В. Мельникова, получившие дальнейшее развитие в исследованиях В.Г. Кобы, В.Г. Артемьева, А.А.Артюшина, А.И.Завражнова, В.И.Земскова, Г.М. Кухты, Н.Е. Резника, И.А. Уланова, И.Н. Краснова, А.М. Семенихина, Лебедева А.Т., Доценко С.М., Фролова В.Ю. и многих других ученых и исследователей» [2,10,14, 20,21,46,50,51,52,77,78,102].

Анализируя вышесказанное полагаем, что исследования и разработка с низкой удельной энергоемкостью, высокоэффективных конструкций машин по измельчению стебельных кормов имеет первостепенное значение на современном этапе сельскохозяйственного производства. И они должны развиваться в направлении снижения энергозатрат [7,8,11].

Можно отметить, что в настоящее время преобладают два пути по разработке и созданию новых машин, позволяющих эффективно измельчать стебельные корма. Первый, это при использовании существующих технологий приготовления стебельных кормов идет совершенствование рабочих органов, конструкций, рабочего процесса измельчения. При этом основополагающим моментом является энергосбережение. А второе направление- это разработка машин на основе энергосберегающих технологий в измельчении кормов.

Таким образом, чтобы оценить энергоемкость измельчающего устройства необходимо знать производительность, зависящую от конструктивно-режимных параметров, от характеристики исходного сырья, степени измельчения.

Основными показателями работы машин по измельчению кормов являются производительность, степень измельчения и качество измельчения, удельная энергоемкость измельчения.

На основании исследований по повышению эффективности технических средств приготовления кормов в животноводстве, проведенных Зингашиным Б.Г., «получены математические модели процесса изменения степени измельчения в зависимости от числа частиц и с учетом ее предельно достижимого значения»[24].

$$L_n = \frac{N}{n_0} \quad (1.1)$$

«где L_n - предельно достижимая степень измельчения, определяемая конструкцией машины, режимом ее работы, свойствами измельчаемого материала, которая определяется как отношение»[24].

«Разработаны общие уравнения кинетики процесса (процесса измельчения материалов во времени) дробления, на основании которых получены методы анализа влияния различных факторов на эффективность рабочего процесса»[24].

«Установлены закономерности изменения основных показателей работы: степени измельчения от времени пребывания материала в рабочей камере; модуля помола (среднего размера частиц), удельной энергии затрат. Получены модели регрессии» [24].

«Для обеспечения надежного регулирования модуля помола в машине и обоснования внутренней поверхности рабочей камеры предложены новые технические решения в конструкциях многоцелевых измельчителей кормов»[24].

«Анализируя исследования по повышению эффективности процесса и технических средств механизации измельчения кормов, проведенные Алешкиным В.Р. можно сделать выводы о том, что организация измельчения кормов по многоступенчатой схеме является эффективным средством снижения энергозатрат и улучшения качества продуктов измельчения. Им разработан метод оптимизации многоступенчатого измельчения кормов. Полученные аналитические выражения позволяют найти оптимальное распределение степени измельчения между ступенями последовательного процесса» [2,3].

«Разработана методика расчета и обоснованы приемы повышения эффективности многоступенчатой схемы измельчения кормов с промежуточным отбором продукта. При управлении процессом по массе циркулирующей нагрузки и по соотношению между степенями измельчения, исходя из критерия минимума энергозатрат» [3].

«Теоретические исследования, проведенные Башковым А.Ф., рабочего процесса двух роторного измельчителя грубых кормов открытого типа позволили:получить аналитические зависимости для расчета ударного импульса

одиноким стеблем по измельчающей лопатке, с помощью которых можно оценить вероятность разрушения стебля; получить формулы для расчета пропускной способности и удельных затрат энергии; разработана методика инженерного расчета двух роторного измельчителя грубых кормов открытого типа» [9].

«Исследования совершенные Корбаневым С.В. по вопросу совершенствования процесса смешивания кормов и обоснованию параметров измельчителя-смесителя позволили определить производительность машины при измельчении силоса»[39].

$$Q_c = 0,5\pi \cdot (R_2^2 - R_d^2) \cdot \rho_c \cdot v_{\pi} \quad (1.2)$$

где R_2 -радиус бункера, м; R_d - радиус диска, м; ρ_c - расстояние до плоскости движения частицы, м; v_{π} - скорость движения частицы, м/с.

Получены аналитические выражения для определения величины технологического зазора, мощности и других показателей.

«Исследователем Какабаевым О. по вопросу повышения эффективности работы измельчителя – смесителя кормов проведены теоретические исследования по определению кривизны ножа измельчителя-смесителя, выявить аналитические выражения для определения частоты вращения рабочего органа, производительности машины и ее энергоемкости»[35].

«Уравнение кривой режущей кромки ножа имеет вид:

$$R = r_p e^{\frac{\theta}{tg\tau}} \quad (1.3)$$

где r_p - радиус ножевого ротора, м[35].

Сарбатовой Н.Ю. были проведены исследования по вопросу «совершенствования процесса приготовления и раздачи грубых кормов рулонной заготовки» [89]. «В результате теоретических исследований получены формула производительности раздатчика-измельчителя грубых кормов» [89]:

$$Q = \frac{(1-\varepsilon)L\rho V_6}{6n\lambda} \sum_{i=1}^n (R-ih) \frac{(i^3 - (i-1)^3)}{i^2} \quad (1.4)$$

«где ρ - плотность материала рулона, кг/м³; L - диаметр рулона, м; i - ый - оборот рулона; λ - показатель кинематического режима; ε - коэффициент проскальзывания транспортера относительно рулона; V_6 - скорость вращения измельчающего барабана, м/с» [89].

«Энергоемкость мощности при резании одного рулона равна»[89]:

$$N = \frac{1}{4\pi} \frac{C_v V_{тр} k_n}{k_{уп} n} \cdot \left(\delta \sigma_p + \frac{E h_{сж}^2}{2h} [\operatorname{tg} \beta + f \sin^2 \beta + \mu (f + \cos^2 \beta)] \right)^2 \sum_{i=1}^n \left(\frac{R-ih}{R-h} \right)^2 \frac{i^3 - (i-1)^3}{i^2} \quad (1.5)$$

«где δ - толщина лезвия, м;- разрушающее контактное напряжение;

f - коэффициент трения массы о материал; φ - угол трения, град;

$h_{сж}$ - углубление лезвия в слой материала толщины, м;

μ - коэффициент Пуассона;

E - модуль Юнга» [89].

В результате теоретического исследования Сергиенко А.Г. вопроса «совершенствования процесса подготовки грубых кормов и подстилки измельчителем с наклонным вращающимся бункером были получены формула производительности измельчителя, мощности» [88]. «Производственной проверкой было установлено, что технологический процесс разделки рулонов ножевым измельчающим аппаратам отличается высокой эффективностью, а ввод противорезающих элементов в измельчающий рабочий орган молоткового типа позволяет регулировать качественные показатели процесса и обеспечивает содержание фракций 30-50 мм в измельченном корме в соответствии с зоотехническими требованиями» [88].

1.5 Выводы и задачи исследования

По результатам проведенного анализа можно сказать, что существует **проблема**: есть спектр машин, предназначенных для измельчения стебельных кормов, но анализ показателей удельной энергоемкости этих технических средств показал, что они достаточно высоки. В условиях малых форм хозяйствования необходим агрегат, выполняющий функции приготовления кормов в сочетании с финансовыми возможностями потребителя, но для малых форм хозяйствования таких машин разработано мало. Таким образом, необходимо техническое средство с низкой энергоемкостью, чтобы повысить эффективность работы в крестьянско-фермерских хозяйствах, ЛПХ и других МФХ.

научная гипотеза: снижение затрат энергии на процесс измельчения стебельных кормов и улучшение качественных показателей возможно посредством разработки измельчителя стебельных кормов с дисковым рабочим органом конусного типа, что позволит активизировать процесс измельчения за счет установки по осям рабочей поверхности измельчающих двухплоскостных сегментов дугового профиля и горизонтальных зубчатых сегментов.

Для достижения поставленной цели в работе потребовалось решить следующие, **основные задачи**:

- разработать конструктивно-технологическую схему измельчителя стебельных кормов в прессованном виде с дисковым рабочим органом, оснащенный комбинированными режущими сегментами;
- провести теоретический анализ рабочего процесса измельчителя стебельных кормов в прессованном виде с дисковым рабочим органом, оснащенный комбинированными режущими сегментами и определить факторы, влияющие на энергоемкость процесса;
- определить конструктивно-технологические параметры комбинированных режущих сегментов, расположенных на дисковом рабочем органе;
- провести экспериментальные исследования процесса измельчения стебельных кормов в прессованном виде и проверить факторы, влияющие на

энергоёмкость, определить их рациональные конструктивно-технологические параметры;

- дать экономическую оценку внедрения предлагаемого измельчителя стебельных кормов в прессованном виде с дисковым рабочим органом, оснащённым комбинированными режущими сегментами и разработать методику расчёта основных конструктивно-технологических параметров.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ СТЕБЕЛЬНЫХ КОРМОВ И ОБОСНОВАНИЕ ЕГО ПАРАМЕТРОВ

2.1 Обоснование конструктивно-технологической схемы измельчителя стебельных кормов

Вышеуказанный анализ показывает, что с точки зрения ресурсосбережения и достижения качественных показателей эффективнее применять машины, оснащенные комбинированными режущими сегментами. На основе вышесказанного предлагается техническое решение, позволяющее снизить затраты труда, средств, энергии.

Такое конструктивное решение позволяет улучшить качество корма за счет равномерной подачи рулона с помощью иглы и направляющей шнековой навивки, а также то, что материал перерезается в двух плоскостях измельчающими двухплоскостными дугового профиля сегментами и зубчатыми измельчающими элементами [11,12,35,65,66,67,68,100,101,108,109,110,111].

«Измельчитель корма, состоит из бункера вертикального, цилиндрического 1, размещенного на раме с ходовой частью 5, по внутреннему периметру которого расположена шнековая навивка 8, в донной части бункера расположен измельчающий рабочий орган конусного типа 3 по осям которого закреплены измельчающие двухплоскостные дугового профиля сегменты 12, а в межосевом пространстве рабочей поверхности диска радиально выполнены горизонтальные зубчатые измельчающие элементы 11, в поперечном сечении которых расположены ромбообразные отверстия 13 (фигура 3), цилиндрический бункер в осевом вертикальном направлении оснащен иглой 7, закрепленной при помощи подшипников 9 (фигура 1) под корпусом измельчающего рабочего органа 3; при этом на игле зафиксированы измельчающий рабочий орган конусного типа 3 и

лопастное колесо 4, от привода шкива 10, а также снабжен выгрузным воздуховодом 6» [12,65,66,67,68,100,101,108,109,110,111].

Измельчитель работает следующим образом (рисунки 2.1,2.2).

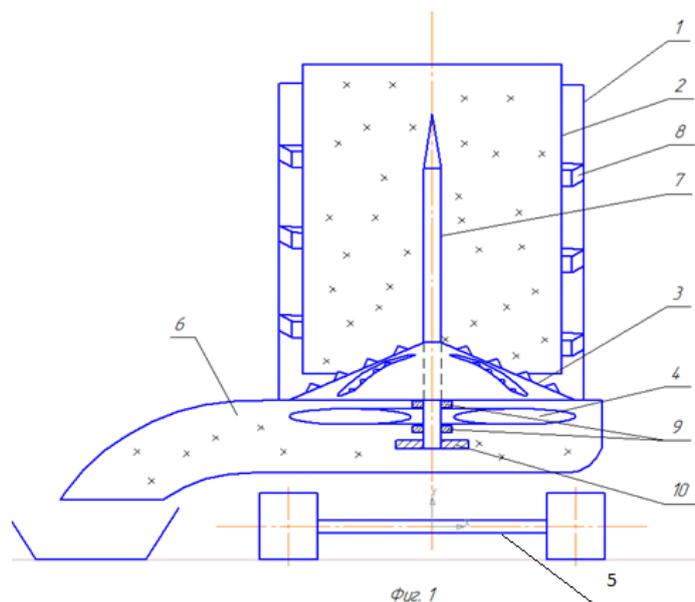


Рисунок 2.1 - Конструктивно-технологическая схема измельчителя грубых кормов: 1 - бункер; 2 – рулон; 3 - измельчающий рабочий орган конусного типа; 4 - лопастное колесо; 5 - ходовая часть; 6 - воздуховодом; 7 - игла; 8 - шнековая навивка; 9 - подшипник; 10 - привод шкива

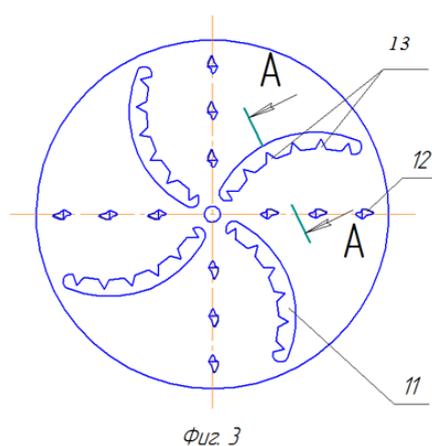


Рисунок 2.2 - Измельчающий рабочий орган: 11 - зубчатый измельчающий элемент; 12 - двухплоскостной сегмент; 13 - ромбовидное отверстие

«Монолит в виде рулонного тюка 2 подают в вертикальный цилиндрический бункер 1, размещенный на раме с ходовой частью 5, с шнековой навивкой 8, накалывают на иглу 7. За счет взаимодействия и рулонного тюка с навивкой 8 и сил гравитации, принудительно тюк подается на измельчающий рабочий орган конусного типа 3. При взаимодействии материала с зубчатыми измельчающими элементами 11 и измельчающими двухплоскостными дугового профиля сегментами 12 происходит измельчение как вдоль так и поперек волокон. Измельченный материал поступает в ромбообразные отверстия 13, откуда подается посредством лопастного колеса 4 в выгрузной воздуховод 6, посредством которого загружается в кормушки животных» [12,35,65,66,67,68,100,101,108,109,110,111].

«Предлагаемая конструкция по сравнению с другими техническими решениями имеет следующие преимущества: равномерное воздействие на материал в продольно-поперечных направлениях (многоплоскостное резание); снижение энергоемкости машины за счет резания со скольжением и транспортировки кормов в кормушки или подстилки в стойла воздушным потоком; улучшение качества измельчения; повышение эксплуатационной надежности и срока службы» [12,65,66,67,68,100,101,108,109,110,111].

Исходя из рассмотренных технических характеристик известных измельчителей, проектируемая конструктивно-технологическая схема измельчителя стебельных кормов в прессованном виде с дисковым рабочим органом, оснащенный комбинированными режущими сегментами, выполненная в малогабаритном виде, должна соответствовать условиям:

Производительность, т/ч - 1,8-2,0

Размер измельченных частиц, мм - 20-60

Потребляемая мощность, кВт - 5

2.2 Определение факторов, влияющих на энергоёмкость процесса измельчения стебельных кормов в прессованном виде, и производительности измельчителя стебельных кормов

Технологический процесс измельчения стебельных кормов является наиболее энергоёмкой операцией, на него расходуется до 50 % электроэнергии, причем большая часть, которой расходуется нерационально, превращаясь в тепло и другие виды энергии. Поэтому проблемы снижения энергоёмкости и сведения к минимуму потерь питательной ценности кормов без ухудшения качественных показателей в процессе их измельчения являются весьма актуальными.

При резании (это измельчение с применением лезвия) уменьшается линейный размер материала, увеличиваются число новых частиц и их суммарная площадь боковой поверхности. Рабочий процесс резания лезвием состоит из двух этапов: уплотнения и резания материала.

Основными факторами, от которых зависит энергоёмкость процесса измельчения кормов, являются: вид и влажность материала, скорость резания, угол скольжения, вид режущего инструмента и его расположение, геометрические параметры режущего инструмента (углы заточки, острота, шероховатость), производительность и другие.

Величина удельной энергоёмкости процесса определяем как отношение энергетической мощности двигателя к часовой производительности:

$$W_{уд} = \frac{N}{Q}$$

где Q – производительность измельчителя стебельных кормов, т/ч; N – мощность, необходимая на привод измельчителя, кВт.

Для определения производительности измельчителя необходимо определить площадь материала, срезаемого одним ножом на поперечную плоскость [88,112,113,114].

Измельчающий рабочий орган радиусом R с криволинейными ножами на поверхности и по периметру с сегментами вращается с заданной угловой скоростью, ω_2 вокруг оси O , также вокруг оси O вращается рулон радиуса r с некоторой угловой скоростью ω_1 .

Для определения проекции площади срезаемого материала на поперечную плоскость из центра O , опишем окружности радиуса R, r .

Введем декартову систему координат. Центры рулона и измельчающего рабочего органа находятся с центром в точке O (рисунок 2.3).

Предположим, что радиус измельчающего рабочего органа и радиус рулона совпадают, и обозначим их r . Так как по периметру измельчающего рабочего органа расположены зубчатые сегменты, вылет которых равен Δr . Тогда можно записать:

$$R=r+\Delta r, \quad (2.1)$$

Так как рулон приобретает незначительное вращение относительно рабочего органа, то угол поворота сегмента на измельчающем рабочем органе будет равен

$$\Delta\varphi=\varphi_1-\varphi_2, \quad (2.2)$$

где φ_1 и φ_2 - это углы поворота между сегментом на измельчающем рабочем органе и поворота рулона относительно корпуса измельчителя соответственно.

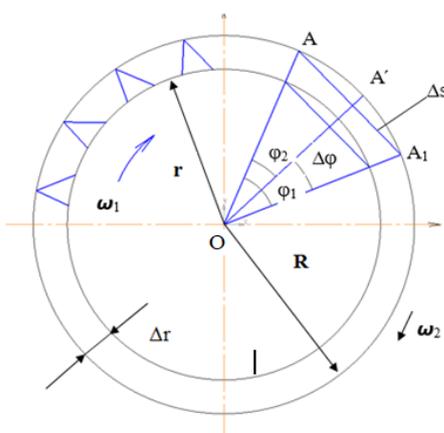


Рисунок 2.3 - Схема к определению параметров вырезаемой части углубления

При повороте измельчающего рабочего органа на угол φ_1 , а рулона на угол φ_2 образуется угол поворота сегмента относительно рулона $\Delta\varphi$. На рисунке 2.3 принимаем перемещение сегмента относительно рулона на дугу $A'A_1$, которое обозначим как Δs .

Из $\triangle OA'A_1$ находим угол $\Delta\varphi$ по теореме косинусов:

$$(A'A_1)^2 = (OA_1)^2 + (OA')^2 - 2 \cdot (OA_1) \cdot (OA') \cdot \cos\Delta\varphi, \quad (2.3)$$

Получаем, что перемещение ножа относительно рулона можно определить как:

$$\Delta s^2 = R^2 + R^2 - 2 \cdot R \cdot R \cdot \cos\Delta\varphi, \quad (2.4)$$

Тогда косинус угла $\Delta\varphi$ определим из выражения:

$$\cos\Delta\varphi = \frac{\Delta s^2 - R^2 - R^2}{2R^2} = \frac{\Delta s^2}{2R^2} - 1, \quad (2.5)$$

Таким образом, из формулы (2.5) угол $\Delta\varphi$ равен:

$$\Delta\varphi = \arccos\left(\frac{\Delta s^2}{2R^2} - 1\right) \quad (2.6)$$

Площадь срезаемого материала зависит от угла поворота $\Delta\varphi$ и представлена на рисунке 2.4 в заштрихованном виде.

В целях дальнейшего анализа и возможности более упрощенного вычисления выразим выделенное секторами приближенно, пользуясь теоремой Лагранжа о среднем для определенных интегралов, которая имеет вид [2]:

$$J = \int_a^b F(x) \cdot dx \cong F \cdot \left(\frac{a+b}{2}\right) (b-a)$$

Время T образования площади срезаемого материала, т.е. время воздействия ножа на рулон определяется по соотношению:

$$T = \frac{\Delta\varphi}{\omega_2} \quad (2.7)$$

По истечении некоторого времени t с момента образования площади срезаемого материала относительно центра в точке O нож повернется на угол

$\varphi_1 = \omega_2 t$ и тогда точка А займет положение A_1 (рисунок 2.3). За это время рулон повернется на угол $\varphi_2 = \omega_1 t$.

где ω_1 - угловая скорость рулона; ω_2 - угловая скорость измельчающего рабочего органа; φ_1 - угол поворота сегмента ; φ_2 - угол поворота рулона.

Между углами поворотов измельчающего рабочего органа и рулона имеется зависимость:

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

$$\varphi_2 = \frac{\omega_2}{\omega_1} \varphi_1 \quad (2.8)$$

Рассмотрим условия, при которых площадь срезаемого материала будет следовать одна за другой, так что конец предшествующей площади срезаемого материала будет являться началом следующей.

Это будет иметь место тогда, когда площадь срезаемого материала образовывается за $1/n$ оборота измельчающего рабочего органа (n - число сегментов на измельчающем рабочем органе), т.е. когда измельчающий рабочий орган повернется на угол φ_1 , за время T_1/n , где T_1 -период вращения измельчающего рабочего органа. Тогда будем иметь условия минимальной угловой скорости ω_{1min} измельчающего рабочего органа, при которой отсутствует пересечение площади срезаемого материала:

$$\frac{\omega_{1min} T_1}{z} = \varphi_1 \quad (2.9)$$

С учетом того, что период вращения измельчающего рабочего органа можно определить из соотношения:

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} \quad (2.10)$$

Формула минимальной угловой скорости измельчающего рабочего органа запишется в виде:

$$\omega_{1min} = \omega_1 \frac{\Delta\varphi}{2\pi} n \quad (2.11)$$

С учетом формулы (2.5) получаем, что

$$\omega_{1min} = \omega_1 \frac{\arccos(\Delta s^2 / 2R^2 - 1)}{2\pi} \quad (2.12)$$

При $\omega_2 > \omega_{1min}$ между площадями срезаемого материала имеются места, не обработанные сегментом. Общая площадь срезаемого материала определяется как:

$$S_1 = \frac{\omega_1}{\omega_2} n \quad (2.13)$$

По истечении времени T_2 , определяемого условием $\omega_1 \cdot T_2 = 2\pi$, рулон повернется на угол 2π , а высота рулона уменьшится на величину срезаемого слоя **h**.

Установим зависимость между угловой скоростью измельчающего рабочего органа и скоростью рулона. Предполагая, что точка соприкосновения рулона с измельчающим рабочим органом имеет скорость равную:

$$v_{рулона} = \omega_2 \cdot r \quad (2.14)$$

В этом случае отсутствует проскальзывание относительно рулона. На самом деле имеется сопротивление вращению рулона относительно его оси в виде сил при резании.

Тогда скорость рулона $v_{рулона} < v_{измел.раб.органа}$ и равна

$$v_{рулона} = \omega_1 \cdot r = (1 - \varepsilon) \cdot v_{измел.раб.органа} \quad (2.15)$$

ε - коэффициент проскальзывания рулона относительно измельчающего рабочего органа.

$$\omega_2 = \frac{1 - \varepsilon}{r} v = C \cdot v \quad (2.16)$$

где $v = \omega_1 r$ - линейная скорость измельчающего рабочего органа

$C = \frac{1-\varepsilon}{r}$ - коэффициент, характеризующий сопротивление вращению рулона (коэффициент проскальзывания рулона относительно приемного бункера измельчителя).

Зависимость между угловой скоростью измельчающего рабочего органа и скоростью рулона определим из формул (2.18) и (2.12)

$$C \cdot v \geq \omega_{1min} = \omega_2 \frac{\arccos(\Delta s^2 / 2R^2 - 1)}{2\pi} \quad (2.17)$$

Будем считать, что за полный оборот с рулона срезается одним ножом слой в виде витка логарифмической спирали.

Площадь срезаемого материала за один оборот ножа находится как площадь одного витка логарифмической спирали, которая определяется формулой:

$$\begin{aligned} S(G) &= \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} (a^\varphi)^2 d\varphi = \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} a^{2\varphi} d\varphi = \frac{1}{4 \ln a} \cdot (a^{2\varphi}) \Big|_0^{2\pi} = \\ &= \frac{1}{4 \ln a} \cdot (a^{4\pi} - 1) \end{aligned}$$

$$S(G) = \frac{1}{4} S_1$$

Концы каждого из n -сегментов, установленных на одном диске, описывают одинаковые траектории ($n = 1, 2, 3, \dots$). Первый нож описывает траекторию $A_1 C_1 B_1$ в теле рулона. Второй нож описывает траекторию $A_2 B_2 C_2$ (рис. 2.4). Последующий – траекторию $A_n B_n C_n$ и т.д. Отсюда следует, что каждый из ножей разрезает стебли в пределах площади $A_n B_n C_n$ ($n = 2, 3, 4, \dots$).

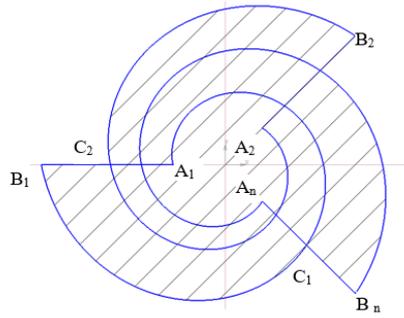


Рисунок 2.4 Схема к определению траектории сегмента в относительном движении

Можно считать, что площадь, подвергаяемая действию резания за один рабочий ход ножа, равна площади части окружности $A_{n-1}A_nC_nC_{n+1}$, с радиусом R в пределах центрального угла $\Delta\varphi$ (рисунок 2.4). Угол $\Delta\varphi$ – угол, описываемый дугой $A_{n-1}A_n$ радиуса R . Величина угла $\Delta\varphi$ равна:

$$\Delta\varphi = \omega_2 \frac{T_1}{n}, \quad (2.18)$$

где $\frac{T_1}{n}$ – время поворота измельчающего барабана на угол $\frac{2\pi}{n}$.

Так как $T_1 = \frac{\pi/\omega_1}{n}$, то

$$\Delta\varphi = \omega_2 \frac{2\pi/\omega_1}{n} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \cdot \frac{2\pi}{n} \quad (2.19)$$

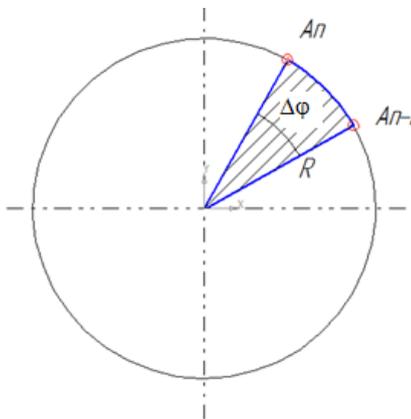


Рисунок 2.5 - Схема к определению площади резания за ход сегмента

За первый оборот рулона, т.е. за время T_2 ножи разрежут стебли по всей площади окружности

$$S_1 = \pi \cdot R^2 \cdot \frac{\Delta\varphi}{360}, \quad (2.20)$$

где $R=r+\Delta r$ см. формулу (2.1)

Площадь материала срезаемого за один оборот при n - количество ножей на измельчающем рабочем органе определяется:

$$S_1 = \pi \cdot R^2 \cdot \frac{\Delta\varphi}{360} n, \quad (2.21)$$

где $\Delta\varphi = \arccos\left(\frac{\Delta s^2}{2R^2} - 1\right)$

При этом в результате действия ножей, вибрации машины, сил трения рулона в местах его соприкосновения с другими частями машины и других причин, с рулона за первый его оборот снимается материал, ограниченный объемом тела полого цилиндра, высотой равной h , радиус цилиндра R .

Определим объем срезаемого слоя материала за один оборот измельчающего рабочего органа. Представим рулон в виде цилиндра. За каждый оборот измельчающего рабочего органа снимается слой материала высотой h (рисунок 2.6). Высота h определяется исходя из треугольника, ΔABC в котором:

L – длина активной части лезвия зубчатого измельчающего элемента, м; α - угол наклона зубчатого измельчающего элемента к поверхности измельчающего рабочего органа.

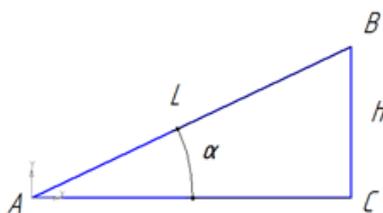


Рисунок 2.6 - Схема к определению высоты срезаемого материала

Исходя, из этого получим, что

$$h = L \sin \alpha, \quad (2.22)$$

Следовательно, за первый оборот с рулона удаляется объем материала равный по величине:

$$V_1 = S_1 h$$

$$V_1 = \frac{1}{4} \pi R^2 \frac{\Delta \varphi}{360} n L \sin \alpha, \quad (2.23)$$

Отсюда, масса материала удаляемая за первый оборот с рулона, определится

$$M_1 = V_1 \rho = \frac{1}{4} \pi R^2 \frac{\Delta \varphi}{360} n L \sin \alpha \cdot \rho, \quad (2.24)$$

где ρ – плотность материала рулона.

Производительность измельчителя, в течение первого оборота рулона

$$Q^{(1)} = \frac{M_1}{T_2}, \quad (2.25)$$

Тогда из формулы $T_2^{(1)} = \frac{2\pi}{\omega_2^{(1)}}$ определим производительность за время первого оборота рулона,

где $T_2^{(1)}$ - время 1го оборота рулона, $\omega_2^{(1)}$ –угловая скорость.

Тогда производительность за время первого оборота рулона равна

$$Q^{(1)} = \frac{\frac{1}{4} \pi R^2 \frac{\Delta \varphi}{360} n L \sin \alpha \cdot \rho \omega_2}{2\pi}, \quad (2.26)$$

При i -м обороте рулона производительность вычисляется по формуле

$$Q^{(i)} = \frac{\frac{1}{4} \pi R^2 \frac{\Delta \varphi}{360} n L \sin \alpha \cdot \rho i \omega_1}{\pi}, \quad (2.27)$$

$$\text{где } \omega_1 = \frac{1-\varepsilon}{r} v = C \cdot v = \frac{1-\varepsilon}{r} \cdot \omega_2 r$$

Угол поворота за полный оборот равен $\Delta\varphi = \arccos\left(\frac{\Delta s^2}{2R^2} - 1\right)$, а радиус - $R = r + \Delta r$

Тогда производительность измельчителя в кг/с определится:

$$Q = \frac{1}{8} \cdot R^2 \cdot n \cdot L \sin \alpha \cdot \rho \omega_2 (1 - \varepsilon), \quad (2.28)$$

где ω_2 - угловая скорость измельчающего рабочего органа, с^{-1} ; R - радиус измельчающего рабочего органа измельчителя вместе с вылетом зубчатых сегментов, м; n - количество сегментов на измельчающем рабочем органе; L - длина активной части лезвия зубчатого измельчающего элемента, м; ρ - плотность материала рулона, кг/м^3 ; α - угол наклона зубчатого измельчающего элемента к поверхности измельчающего рабочего органа; ε - коэффициент проскальзывания рулона относительно измельчающего рабочего органа.

При вычислении производительности в т/ч формула приобретает вид:

$$Q = 3,6 \cdot \frac{1}{8} \cdot R^2 \cdot n \cdot L \sin \alpha \cdot \rho \omega_2 (1 - \varepsilon). \quad (2.29)$$

2.3 Определение энергоемкости измельчителя стебельных кормов

Мощность измельчителя кормов при измельчении определяется выражением

$$N = N_{\text{хх}} + N_{\text{изм}}, \quad (2.30)$$

где $N_{\text{хх}}$ - мощность холостого хода, необходимая на преодоление сил трения и других сил сопротивления, возникающих при работе машины, кВт;

$N_{\text{изм}}$ - мощность, необходимая на измельчение материала

Мощность холостого хода определяется по известной формуле:

$$N_{\text{хх}} = 0,1 \cdot N_{\text{изм}}, \quad (2.31)$$

При определенной производительности машины удельная энергоёмкость процесса определяется по формуле:

$$W_{уд} = \frac{N}{Q}, \quad (2.32)$$

где Q - часовая производительность измельчителя стебельных кормов, т/ч.

Мощность, затрачиваемая на измельчение, складывается из мощности, затрачиваемой на измельчение криволинейными горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами мощности, затрачиваемой на измельчение зубчатыми сегментами, расположенными по периметру измельчающего рабочего органа.

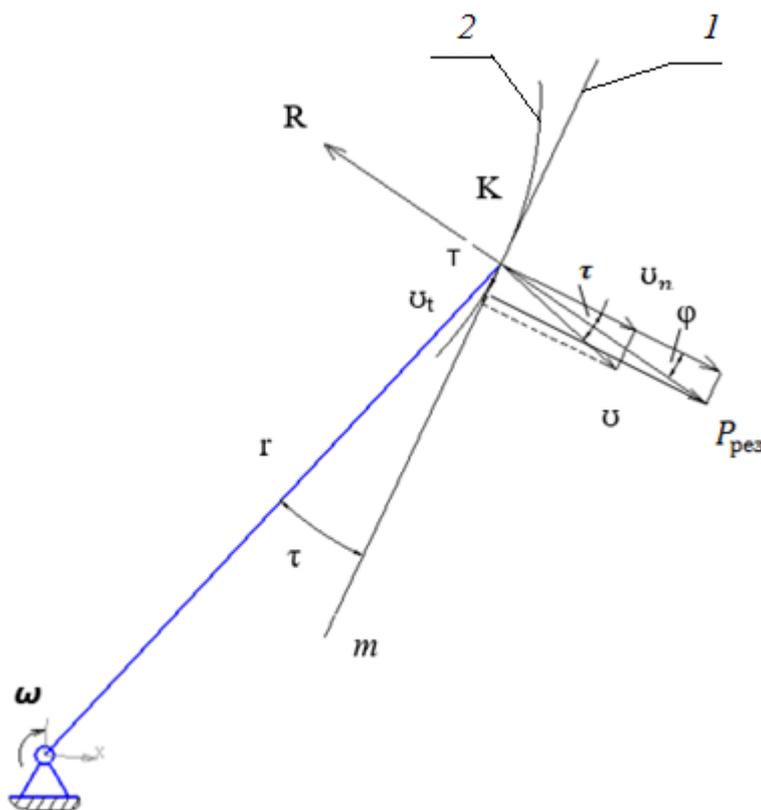


Рисунок 2.7 - Схема сил, действующих на материал в процессе резания:

1 - материал; 2 – криволинейное лезвие ножа

Для определения мощности рассмотрим схему сил, действующих на материал со стороны лезвия ножа (рисунок 2.7). Произвольное положение касательной к криволинейному лезвию определяется текущими значениями угла τ скольжения и радиус-вектора r . Если равнодействующая R сил сопротивления резанию приложена в точке K и отклонена от нормали на угол φ , то для преодоления этого сопротивления со стороны ножа должна быть приложена сила $P_{рез}$, равная и противоположно направленная равнодействующей R [50,51,52,97].

Разложим силу $P_{рез}$ резания на нормальную составляющую N , перпендикулярную к лезвию, и тангенциальную T , направленную вдоль по лезвию, и составим уравнение моментов относительно оси вращения диска

$$M_{рез} = N \cdot r \cos \tau + T r \sin \tau, \quad (2.33)$$

Учитывая, что $T = f'N$ и $N = qL$, и сделав соответствующие преобразования, окончательное выражение для момента резания можно записать в таком виде

$$M_{рез} = qLr \cos \tau (1 + f' \operatorname{tg} \tau), \quad (2.34)$$

Из формулы видно, что момент резания зависит от многих переменных параметров и за время прохода ножа изменяется по сложному закону. Представлена схема движения частицы в момент прохождения материала через сегмент (рисунок 2.8). При этом приняты допущения: ось x всегда проходит через центр тяжести сегмента.

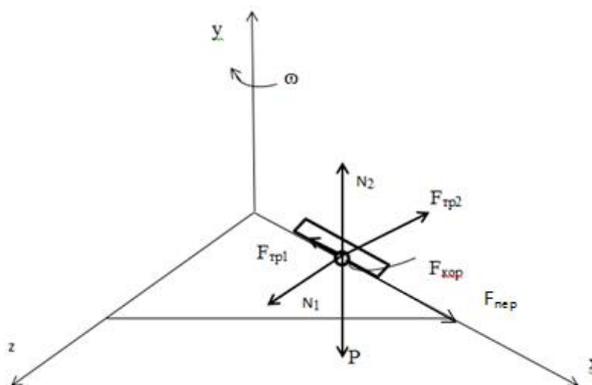


Рисунок 2.8 - Схема движения частицы в момент прохождения материала через сегмент.

Рассматривая движение частицы при $y=\text{const}$; $z=\text{const}$ получим дифференциальные уравнения:

$$\begin{cases} m\ddot{x}=F_{\text{пер}}^x - F_{\text{тр1}} = m\dot{x}\omega^2 - N_1 f_{\text{вн}} \\ m\ddot{z}=F_{\text{кор}}^H - F_{\text{тр2}} + N_1 = -2m\dot{x}\omega - N_2 f_2 + N_1 \end{cases} \quad (2.35)$$

где $F_{\text{пер}}^x = m\dot{x}\omega$ –переносная сила инерции, Н; $F_{\text{кор}}^H = -2m\dot{x}\omega$ – кориолисова сила инерции, Н; $F_{\text{тр1}}$ - сила трения о соседний сегмент, Н; $F_{\text{тр2}}$ - сила трения материала о поверхность измельчающего рабочего органа конусного типа, Н; $N_1 = 2m\dot{x}\omega + N_2 f_2$ - нормальная реакция от взаимодействия корма с соседним сегментом, Н; $N_2 = P = mg$ - нормальная реакция измельчающего рабочего органа конусного типа, Н; $f_{\text{вн}}$ - коэффициент внутреннего трения материала; f_2 - коэффициент трения о поверхность измельчающего рабочего органа конусного типа; m —масса материальной точки, кг.

Получим

$$m\ddot{x} = m\dot{x}\omega^2 - (2m\dot{x}\omega + N_2 f_2) f_{\text{вн}} \quad (2.36)$$

или учитывая, что $N_2 = P$

$$m\ddot{x} + 2m\dot{x}\omega f_{\text{вн}} - m\dot{x}\omega^2 = f_{\text{вн}} P f_2 \quad (2.37)$$

После преобразований получим неоднородное дифференциальное уравнение

$$\ddot{x} + 2\omega f_{\text{вн}} \dot{x} - \dot{x}\omega^2 = f_{\text{вн}} g f_2 \quad (2.38)$$

Общее решение такого уравнения $x = x_1 + x_2$

x_1 - общее решение однородного уравнения

$$\ddot{x} + 2\omega f_{\text{вн}} \dot{x} - \dot{x}\omega^2 = 0 \quad (2.39)$$

Составим характеристическое уравнение

$$r^2 + 2\omega f_{BH}r - \omega^2 = 0$$

$$r_1 = -\omega f_{BH} + \omega\sqrt{f_{BH}^2 + 1}, r_2 = -\omega f_{BH} - \omega\sqrt{f_{BH}^2 + 1}$$

При $f_{BH}^2 + 1 > 0$, тогда решение уравнения имеет вид

$$x_1 = C_1 e^{-\omega(f_{BH} + \sqrt{f_{BH}^2 + 1})t} + C_2 e^{-\omega(f_{BH} - \sqrt{f_{BH}^2 + 1})t},$$

где x_2 - частное решение уравнения (2.38) ищем в виде правой части:

$$x_2 = A, \dot{x}_2 = \ddot{x}_2 = 0, \text{ поэтому уравнение (2.38) примет вид}$$

$$-\omega^2 A = -f_{BH} g f_2,$$

$$\text{Отсюда } A = \frac{f_{BH} g f_2}{\omega^2}$$

Тогда общее решение имеет вид

$$x = C_1 e^{-\omega(f_{BH} + \sqrt{f_{BH}^2 + 1})t} + C_2 e^{-\omega(f_{BH} - \sqrt{f_{BH}^2 + 1})t} + \frac{f_{BH} g f_2}{\omega^2}$$

Постоянные интегрирования C_1 и C_2 находим из начальных условий:

$$\text{При } t=0, \dot{x}_0=0$$

Для этого найдем

$$\dot{x} = -\omega(f_{BH} + \sqrt{f_{BH}^2 + 1})C_1 e^{-\omega(f_{BH} + \sqrt{f_{BH}^2 + 1})t} + \omega(f_{BH} - \sqrt{f_{BH}^2 + 1})C_2 e^{-\omega(f_{BH} - \sqrt{f_{BH}^2 + 1})t}$$

Отсюда получим

$$\begin{cases} C_1 + C_2 + \frac{f_{BH} g f_2}{\omega^2} \\ -C_1 \omega (f_{BH} + \sqrt{f_{BH}^2 + 1}) - C_2 \omega (f_{BH} - \sqrt{f_{BH}^2 + 1}) = 0 \end{cases}$$

Решив систему уравнений получим

$$C_2 = \frac{\left(\frac{f_{BH} g f_2}{\omega^2} - x_0\right)(f_{BH} + \sqrt{f_{BH}^2 + 1})}{2\sqrt{f_{BH}^2 + 1}},$$

$$C_1 = \frac{\left(-\frac{f_{BH} g f_2}{\omega^2} + x_0\right)(-f_{BH} + \sqrt{f_{BH}^2 + 1})}{2\sqrt{f_{BH}^2 + 1}}$$

Окончательное уравнение относительного движения примет вид

$$x = \frac{\left(-\frac{f_{BH} g f_2}{\omega^2} + x_0\right) \left(-f_{BH} + \sqrt{f_{BH}^2 + 1}\right)}{2\sqrt{f_{BH}^2 + 1}} e^{-\omega \left(f_{BH} + \sqrt{f_{BH}^2 + 1}\right) t} + \frac{\left(\frac{f_{BH} g f_2}{\omega^2} - x_0\right) \left(f_{BH} + \sqrt{f_{BH}^2 + 1}\right)}{2\sqrt{f_{BH}^2 + 1}} e^{-\omega \left(f_{BH} - \sqrt{f_{BH}^2 + 1}\right) t} + \frac{f_{BH} g f_2}{\omega^2}, \quad (2.40)$$

Полная сила резания может быть найдена из выражения

$$P_{рез} = M_{рез} / r = qL \cdot \cos\tau (1 + f'tg\tau), \quad (2.41)$$

Удельной работой $A_{уд}$ резания является работа, затрачиваемая на перерезание единицы площади поперечного сечения слоя стеблей (площади разреза).

Из схемы на рисунке 2.9 видно, что $dF = \Delta s r \Theta \cos\tau$. С другой стороны, нормальная составляющая v_n скорости есть путь $rd\Theta \cos\tau$, пробегаемый точкой К в единицу времени, т.е. $v_n = rd\Theta \cos\tau / dt$. Следовательно, произведение $\Delta s v_n = dF / dt$.

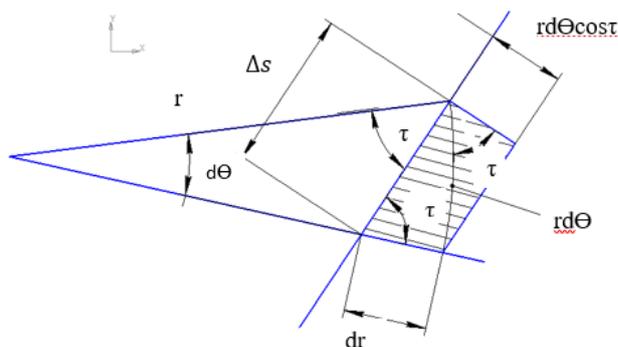


Рисунок 2.9 - Схема определения удельной работы $A_{уд}$

$$N_{рез} = q(dF/dt) (1 + f'tg\tau), \quad (2.42)$$

где q - удельное давление ножа на корм, Н/м; (dF/dt) - площадь разреза

в единицу времени, м²/с; f' - коэффициент скользящего резания; τ - угол между направлением движения ножа и нормалью к режущей кромке, град.

Площадь разреза можно определить, зная скорость прохождения корма через измельчитель и его производительность:

$$dF = \frac{Q}{V_{\text{пр}}} = \frac{Q}{\omega r}, \quad (2.43)$$

где $V_{\text{пр}}$ – скорость прохождения корма через измельчитель, м,с.

Время разреза определяется исходя из частоты вращения измельчающего рабочего органа и количества ножей на одном уровне [50,51,52].

Мощность, потребная на рабочий процесс резания, составит

$$N_{\text{рез}} = M_{\text{рез}} \cdot \omega_2 = qLr\omega_2 \cdot \cos\tau (1+f'tg\tau), \quad (2.44)$$

Учитывая, что $r \cdot \omega \cdot \cos\tau = v_n$ есть нормальная составляющая окружной скорости точки К, запишем

$$N_{\text{рез}} = qL \cdot v_n \cos\tau (1+f'tg\tau), \quad (2.45)$$

где $L = h/\sin\tau$

Тогда

$$N_{\text{рез}} = q \frac{h}{\sin\tau} \cdot v_n \cdot \cos\tau (1+f'tg\tau), \quad (2.46)$$

Из формулы (2.36) имеем, что

$$N_{\text{рез}} = q \frac{h}{\sin\tau} \cdot r\omega_2 \cdot (\cos\tau)^2 \cdot (1+f'tg\tau), \quad (2.47)$$

Так как $q = P_{\text{рез}} \cos\tau = \delta \cdot \frac{h}{\sin\tau} \cdot \delta_p \cdot \cos\tau$, где $P_{\text{рез}} = \delta \cdot L \cdot \delta_p$

Мощность на измельчение составляет:

$$N_{\text{изм}} = \delta \cdot \frac{h}{\sin\tau} \cdot \delta_p \cdot r\omega_2 (\cos\tau)^3 (1+f'tg\tau), \quad (2.48)$$

где δ – толщина остроты лезвия (20-40), мкм; h – высота снимаемого слоя, м; δ_p – нормальное (контактное) разрушающее напряжение, возникающее в перерезаемом слое, Па.

Величину удельной энергоёмкости процесса можно определить из формулы (1):

$$W_{уд} = \frac{1,1 \cdot \delta \cdot \frac{h}{\sin \tau} \cdot r \cdot \delta_p \cdot (\cos \tau)^3 \cdot (1 + f' \operatorname{tg} \tau)}{3,6 \frac{1}{8} \cdot R^2 \cdot n \cdot L \cdot \sin \alpha \cdot \rho \cdot (1 - \varepsilon)}. \quad (2.49)$$

По полученному выражению удельной энергоёмкости (2.49) построена зависимость удельной энергоёмкости от угла наклона криволинейного ножа к поверхности измельчающего рабочего органа $\tau = \alpha = 30^{\circ}$ до $\alpha = 40^{\circ}$ (рисунок 2.10). Рациональное значение $W_{уд}$ равно 2,5 кВт·ч/т находится при $\tau = \alpha = 30^{\circ}$. Затем при увеличении угла наклона криволинейного ножа к поверхности измельчающего рабочего органа энергоёмкость растёт до 8 кВт·ч/т. Исследования проводились в этом диапазоне, так как эти параметры в соответствии с другими отвечают зоотехническим требованиям по длине резки материала для КРС.

По полученному выражению производительности (2.29) построена зависимость производительности от изменения угловой скорости измельчающего рабочего органа $\omega =$ от 3,2 до 4,6 с⁻¹ и числа ножей (рисунок 2.11 а, б).

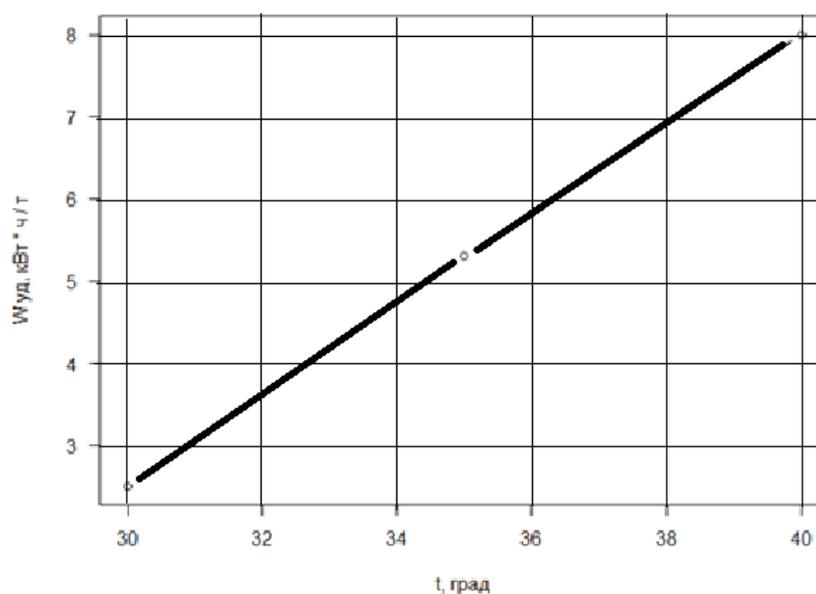


Рисунок 2.10 - График зависимости удельной энергоёмкости от изменения угла наклона криволинейного ножа к поверхности измельчающего рабочего органа

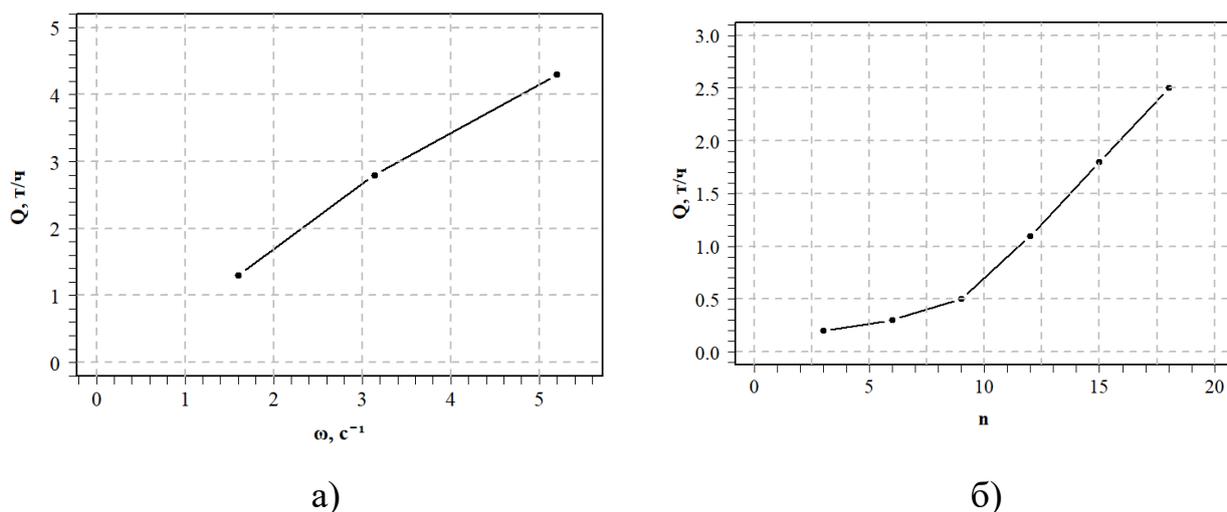


Рисунок 2.11 - График зависимости производительности от изменения:
 а) угловой скорости измельчающего рабочего органа; б) числа ножей

2.4 Выводы

1. Исследования, проведенные на основе системного подхода, показали, что повысить эффективность измельчения стебельных кормов в прессованном виде возможно путем комбинирования режущих сегментов различного типа на дисковом измельчающем рабочем органе конусного типа, при соблюдении качественных показателей измельчения, соответствующих зоотехническим требованиям.

2. Теоретические исследования процесса измельчения позволили обосновать факторы, влияющие на энергоемкость процесс измельчения: производительность, угловая скорость измельчающего рабочего органа; радиус измельчающего рабочего органа измельчителя вместе с вылетом зубчатых сегментов; количество ножей; ширина криволинейного ножа; плотность стебельного корма; угол наклона криволинейного ножа к поверхности измельчающего рабочего органа.

В результате теоретического анализа процесса измельчения получены аналитические выражения для определения производительности измельчителя стебельных кормов. Производительность составляет от 2,6 до 5 т/ч при

заданных зоотехнических требованиях для резки стебельных кормов при угловой скорости измельчающего рабочего органа $\omega =$ от 3,2 до 4,6 с⁻¹.

3. Установлено, что энергоемкость измельчителя зависит от конструктивно-технологических параметров: количества зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа $n=9$, количества измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов $n=6$, угла между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами от 30° до 40°. Расчетным путем установлено, что при угле между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами равным 30°, энергоемкость $W_{уд}$ изменяется от 2,5 кВт· т /ч до 8 кВт· т /ч. А также получены аналитические выражения по определению энергоемкости.

3 МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СТЕБЕЛЬНЫХ КОРМОВ

3.1 Цель экспериментальных исследований

Целью экспериментального исследования является определение факторов, влияющих на энергозатраты измельчителя стебельных кормов. Обоснование рациональных конструктивных параметров и режимов работы измельчителя стебельных кормов, при которых разрушение частиц перерабатываемого корма будет возможно с наименьшей затратой энергии.

В процессе экспериментальных исследований предусматривалось решить следующие вопросы:

- исследовать физико-механические свойства стебельных кормов;
- изготовить экспериментальный образец измельчителя стебельных кормов;
- проверить основные положения теоретических исследований;
- определить рациональные конструктивно-режимные параметры измельчителя стебельных кормов и проанализировать их.

Программа экспериментальных исследований изображена на рисунке 3.1.

На первом этапе экспериментальных исследований изучались физико-механические свойства кормов, которые влияют на качественные показатели процесса измельчения. На втором этапе исследования была поставлена задача, оценить работу оборудования. На заключительном этапе исследований, необходимо было выбрать наиболее работоспособную конструктивно - технологическую схему измельчителя стебельных кормов, заготовленных в прессованном виде. Оценка его работоспособности и определение рациональных конструктивно-технологических параметров, влияющих на эффективность рабочего процесса.

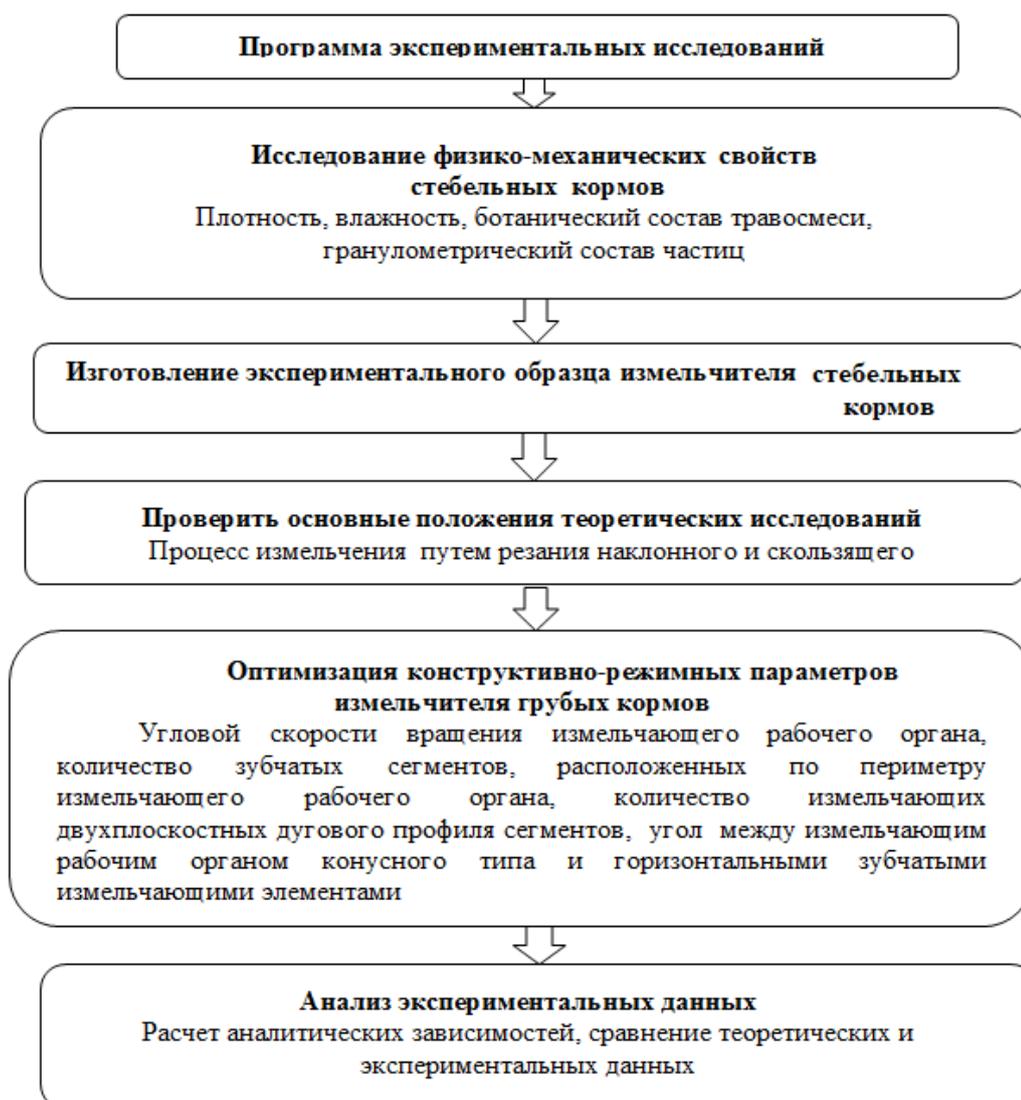


Рисунок 3.1 - Схема программы экспериментальных исследований

Так же, задачами экспериментальных исследований являлось:

- проверить разработанные в главе 2 теоретические выкладки;
 - уточнение расчетных выражений по определению производительности.
- Проведению экспериментальных исследований предшествовали сбор и анализ априорной информации, литературных и патентных источников, теоретический анализ изучаемых процессов, построение плана эксперимента, решение организационных, методологических и технических вопросов.

«Данная работа проводилась на основе : 1) ГОСТ Р ИСО I 6497-2011 - Корма для животных. Отбор проб; 2) 20915-2011 Испытание

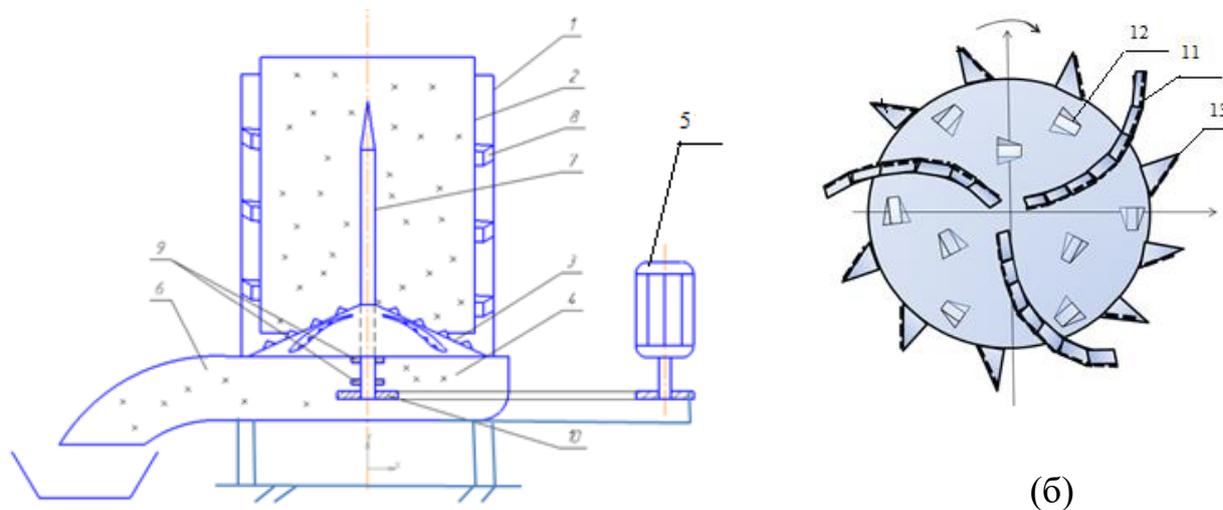
сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний ГОСТ; 3) ГОСТ Р 54783-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Основные положения; 4) ГОСТ 12.2.042-2013 Машины и технологическое оборудование для животноводства и кормопроизводства» [1,22,52,69,70,83]. «Проведение экспериментальных исследований требовало решения отдельных технических задач, связанных с изготовлением экспериментального образца измельчителя, а также решения организационных задач, связанных с проведением экспериментальных исследований» [1,22,52,69,70,83]. «Экспериментальные исследования проводились в соответствии с разработанной комплексной методикой, включающей ряд известных методик по определению физико-механических свойств кормов, качественных и энергетических показателей процессов и т.д.» [1,22,52,69,70,83].

3.2 Описание экспериментальной установки

Экспериментальная установка измельчителя стебельных кормов, заготовленных в прессованном виде, была сделана для того, чтобы провести экспериментальные исследования. Общий вид измельчителя представлен на рисунке 3.2. Техническая характеристика измельчителя представлена в таблице 3.2. «Измельчитель стебельного корма (рис.3.3), состоит из бункера вертикального, цилиндрического 1, размещенного на раме с электроприводом 5 и шкива 10, по внутреннему периметру которого расположена шнековая навивка 8, в донной части бункера расположен измельчающий рабочий орган конусного типа 3 по периметру которого расположены измельчающие зубчатые сегменты 13, а по осям которого закреплены измельчающие двухплоскостные дугового профиля сегменты 12, а в межосевом пространстве рабочей поверхности диска радиально выполнены горизонтальные зубчатые измельчающие элементы 11 (рис.3.4), в поперечном сечении которых расположены ромбообразные отверстия, цилиндрический бункер в осевом вертикальном направлении оснащен иглой 7, закрепленной при помощи подшипников 9 под корпусом измельчающего

рабочего органа 3; при этом на игле зафиксированы измельчающий рабочий орган конусного типа 3, от привода шкива 10, а также снабжен выгрузным воздуховодом 4, 6 [12,65,35,66,67,68,100,101,108,109,110,111].

Работа машины осуществляется следующим образом. «Монолит в виде рулонного тюка 2 подают в вертикальный цилиндрический бункер 1, размещенный на раме с электроприводом 5 и шкива 10, с шнековой навивкой 8, накалывают на иглу 7. За счет взаимодействия и рулонного тюка с навивкой 8 и сил гравитации, принудительно тюк подается на измельчающий рабочий орган конусного типа 3. При взаимодействии материала с зубчатыми измельчающими элементами 11, измельчающими зубчатыми сегментами, расположенными по периметру 13 и измельчающими двухплоскостными дуговыми профилями сегментами 12 происходит измельчение как вдоль так и поперек волокон. Измельченный материал поступает в ромбообразные отверстия, откуда подается в выгрузной воздуховод 4, 6, посредством которого загружается в кормушки животных» [12,35,65,66,67,68,100,101,108,109,110,111].



(а)

(б)

(а) – схема общего вида; (б) – схема измельчающего рабочего органа

Рисунок 3.2 - Измельчитель стебельных кормов, заготовленных в прессованном виде

Предлагаемая конструкция по сравнению с другими техническими решениями имеет следующие преимущества: равномерное воздействие на

материал в продольно-поперечных направлениях (многоплоскостное резание); снижение энергоемкости машины за счет резания со скольжением и транспортировки кормов в кормушки или подстилки в стойла воздушным потоком; улучшение качества измельчения; повышение эксплуатационной надежности и срока службы» [12,65,66,67,68,100,101,108,109,110,111].



Рисунок 3.3 - Общий вид измельчителя стебельных кормов, заготовленных в прессованном виде



Рисунок 3.4 - Измельчающий рабочий орган

Привод измельчающего рабочего органа конусного типа 3 (рисунок 3.6), осуществляется от двигателя 4A100L2У3. Техническая характеристика двигателя 4A100L2У3 представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Технические данные двигателя

Типоразмер двигателя	$P_{2н}$, кВт	$n_{2н}$, об/мин	$I_{1н}$, А	η_n , %	$\cos\varphi_n$
4A100L2У3	5,5	3000	10,4	87,5	0,91



Рисунок 3.5 - Шнековая навивка приемного бункера



Рисунок 3.6 – Привод измельчающего рабочего органа

С целью измерения числа оборотов измельчающего рабочего органа, регулирования производительности и изменения гранулометрического состава стебельного корма заготовленного в прессованном виде, в электрическую цепь привода включен преобразователь частоты тока ELDI – 5.5 в комплекте с токовыми клещами «Актакон АТК - 2200», (рисунок 3.7) которые использовались для снятия энергетических характеристик. За счет изменения частоты переменного тока производилась регулировка скорости двигателя и угловая скорость измельчающего рабочего органа. Преобразователь частоты защищает оборудование от скачков напряжения. Обеспечивает плавный пуск и торможение измельчающего рабочего органы лабораторного оборудования, повышает ее производительность. Угловая скорость измельчающего рабочего органа изменялась в пределах от $1,8 \text{ с}^{-1}$ от $5,2 \text{ с}^{-1}$.



Рисунок 3.7 - Преобразователь частоты тока ELDI – 5.5 в комплекте с токовыми клещами «Актакон АТК - 2200»



Рисунок 3.8 - Угол атаки горизонтальных зубчатых измельчающих элементов

При измельчении стебельных кормов с целью получения нужного гранулометрического состава изменяли угол атаки горизонтальных зубчатых измельчающих элементов в пределах от 30° до 40° (рисунок 3.8) с помощью транспортира.

В качестве инструмента использовалась линейка, которой измерялась длина фракции материала, подвергнувшегося измельчению. Масса

средневзвешенной длины измельченного корма была измерена с помощью электронных весов (рисунок 3.9).



Рисунок 3.9 -
Весы марки
«KERN,
решетный
классификатор



Рисунок 3.10 - Контроль
изменения
средневзвешенной длины
фракции измельченного
продукта от 2 до 20 мм на
решетном классификаторе



Рисунок 3.11 - Лоток для
сбора измельченного
материала

На решетном классификаторе производился отбор проб измельченного материала от 2 до 20 мм, а в ручную свыше 20 мм с последующим взвешиванием каждой фракции на весах (рисунок 3.10 а, б).

Разовая выдача измельченного корма в течении определенного времени в секундах собиралась в специально изготовленный лоток (рисунок 3.11), а затем взвешивалась на весах (рис. 3.9).

Таблица 3.2 - Техническая характеристика предлагаемого измельчителя

Показатели	Значения
Производительность, т/ч	1,5-2
Размер измельченных частиц, мм	20-60
Потребляемая мощность, кВт	5,0
Вместимость бункера, м ³	5
Угловая скорость вращения рабочего органа скорость, с ⁻¹	4,8
Масса, кг	1420
Габаритные размеры, мм	
длина	570
ширина	570
высота	755

3.3 Методика экспериментальных исследований

«Экспериментальные исследования проводились на основании работ В. Р. Алешкина» [2], «Ф.С. Завалишина» [22], «С. В. Мельникова» [50,51,52], «Е.И. Резник» [80], «П.М. Рощина» [85] и других авторов. При проведении многофакторного эксперимента выбран классический вариант. Критериями оценки работы измельчающего рабочего органа экспериментального образца: - работоспособность; - качественные показатели измельченного материала и энергоёмкость процесса измельчения. Они определялись по известным методикам [52,53,54,58,76].

Исследование процессов измельчения и распределения кормов в бункере экспериментальной установки проводилось на стебельных кормах (сено луговое, солома пшеничная), заготовленных в прессованном виде (рисунок 3.12 а, б).



а)



б)

Рисунок 3.12 К методике определения физико-механических свойств кормов: а - сено в тюках; б - солома в тюках

Средневзвешенная длина частиц, измельченного стебельного корма определялась по формуле:

$$l_{\text{ср}} = \frac{1}{m} \sum_0^{N-1} \frac{l_k + l_{\text{н}}}{2} m_i, \quad (3.1)$$

где , l_k и l_n - размерные границы фракций, мм; N – количество фракций; m – масса всей навески; m_i - масса навески i -ой фракции, г.

Объемная масса (насыпная плотность) кормов определялась путем взвешивания порции корма в мерной емкости, объем которой составлял $0,5 \text{ м}^3$ и определялась как частное от деления массы корма на его объем. Влажность кормов определялась путем высушивания навесок материала и подсчитывалась по формуле:

$$W_k = \frac{b-a}{b} \cdot 100\% \quad (3.2)$$

где W_k - влажность соответствующего корма, %; b - масса исходной навески корма; a - масса высушенной навески.

Группы факторов, влияющих на измельчение корма:

- физико-механические факторы (связность, длина и ориентация стеблей между собой в материале, влажность, сопротивление стеблей резанию и разрыву, коэффициент трения стебля о металлические части экспериментального образца, неравномерность плотности прессованного корма);

- конструктивно-технологические факторы.

К этой группе факторов относятся: угловая скорость измельчающего рабочего органа, количество сегментов, размещенных на измельчающем рабочем органе, диаметр измельчающего рабочего органа, скорость подачи кормового материала к измельчающему рабочему органу дискового типа измельчителя, длина режущей кромки измельчающего сегмента, угол атаки измельчающих элементов.

Существенное влияние на процесс измельчения стебельных кормов имеют конструктивно-технологические факторы.

3.4 Методика отбора кормового материала для исследований измельчителя и критерии оценки работы машин

Испытания экспериментального образца проводились на измельчении сена (люцерна) хорошего качества и пшеничной соломы, заготовленного в прессованном виде.

Сено, используемое в ходе испытания машины, полученное путем машинного скашивания, сохранившегося в спрессованном виде. Качество кормового сена определялось отсутствием примесей сорных трав (не более 8%), по цвету темно- зеленое с желтизной, собранное в соответствии с агротехнологическим сроками. На стеблях люцерны наблюдались остатки листовой части, а также сено обладало душисты запахом.

Влажность пробы сена для проведения испытаний соответствовало от 10 до 28% включительно.

Средняя проба (массой 1 кг) для испытаний экспериментального образца выбиралась так, что она точно и объективно характеризовала всю партию материала. Для этого, от каждых 10–15 тюков сена из бурта отбирался один. Из выбранных тюков, выбирались в соответствии с зоотехническими требованиями. Из последних отбирались тюки для испытания экспериментального образца.

Критериями оценки работы измельчителя и измельчающего рабочего органа с режущими сегментами была их работоспособность, качественные показатели, производительность и энергоемкость процесса измельчения, которые определялись по известным методикам [89]. Энергетические показатели измельчающего рабочего органа дискового типа снимали при помощи токовых клещей марки «Актаком АТК - 2200».

«Количество и продолжительность опытов выбирали в соответствии с необходимым объемом информации, удовлетворяющему заданному значению надежности $E=0,95$ и ошибки исследования 5%» [89].

Повторность опытов принята трехкратной. Опытные данные по статистическому анализу и рациональному планированию обрабатывались в соответствии с положениями математической статистики и теорией вероятности, изложенными в работах Митропольского А. К., Шашкова Б.В. [116], а также других авторов.

3.5 Методика проведения многофакторного эксперимента

Анализ литературных источников теоретических и экспериментальных исследований показал, что на процесс измельчения оказывает влияние большое число факторов. Математическая модель необходима для оптимизации процесса измельчения, так как теоретическим путем это сделать невозможно. В связи с трудностью учета во времени всех свойств измельчаемого материала.

Метода экстремального эксперимента позволяет: представить материалы исследований в виде математической модели, им статистическую оценку, сократив число опытов по сравнению с однофакторным экспериментом. А также узнать оптимальные условия прохождения процесса измельчения.

Предварительное изучение свойств измельчаемого материала позволило выбрать критерии оптимизации, проанализировав априорную информацию.

Априорное ранжирование, с учетом проведенных ранее исследований, позволило выделить наиболее значимые факторы (таблица 3.3). В качестве исследуемого материала взято сено луговое (люцерна) в тюках. При этом влажность материала составляла не более 15%.

Для выделения существенных факторов проводился отсеивающий однофакторный эксперимент, который позволяет выделить существенно влияющие факторы на оптимизацию процесса измельчения.

Таблица 3.3 - Факторы, влияющие на показатель неоднородности выдачи стебельных кормов, их условные обозначения и намеченные уровни варьирования

Факторы	Обозначение фактора	Размерность	Уровень варьирования		
			-1	0	+1
Влажность сена, W	X ₁	%	13	16	19
Количество ромбовидных пазов на измельчающем рабочем органе, N	X ₂	шт.	2	3	4
Количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа, Z	X ₃	шт.	3	6	9
Количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов, n	X ₄	шт.	3	6	9
Угол между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами, α,	X ₅	град.	30	35	40
Угловая скорость вращения измельчающего рабочего органа, ω	X ₆	с ⁻¹	1,6	3,2	4,8
Вылет сегментов измельчающего рабочего диска, Δr	X ₇	м	0,01	0,03	0,05
Диаметр рабочего диска	X ₈	м	45	55	65
Количество заходов шнековой навивки приемного бункера	X ₉	шт.	2	3	4
Угол подъема шнековой навивки приемного бункера	X ₁₀	град.	30	35	40

Число повторности экспериментов кратно трем ($N = 3k$) и с их помощью можно исследовать влияние $(3k-1)$ факторов (k – кратность матрицы). Число экспериментов выбирали из условия $N > 1$, где 1 – количество оцениваемых факторов. «При этом предполагалось, что доминирующее значение имеют линейные факторы. Благодаря ортогональности этих планов их результаты легко поддаются обработке, а линейные эффекты рассчитываются независимо друг от друга» [89]. Результаты однофакторных экспериментов позволили выбрать уровни и интервалы варьирования факторов при проведении планирования эксперимента (таблица 3.4).

Таблица 3.4 - Факторы и уровни их варьирования

Обозначение	Факторы			
	Угловая скорость вращения измельчающего рабочего органа, ω , c^{-1} .	Количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа, Z	Количество измельчающих двухплоскостных дугевого профиля сегментов, n	Угол между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами, α , град.
	X_1	X_2	X_3	X_4
Верхний уровень (+)	1,6	9	9	40
Основной уровень (0)	3,2	6	6	35
Нижний уровень (-)	4,8	3	3	30

Факторы, которые были выбраны, соответствуют требованиям управляемости, так как могут быть фиксированными в течение опыта, совместимости, то есть выполняются условия при которых существует их взаимное влияние, факторы воздействуют на параметр оптимизации; точность

установления граничных значений максимально высокая. Было введено условное обозначение верхнего, нижнего и основного уровней фактора соответственно: +, - и 0. Затем строили план матрицы планирования эксперимента в виде таблицы, в строках которой записывались данные опытов, а в столбцах факторы с реализацией всех возможных сочетаний (таблица 3.5).

Таблица 3.5 - План эксперимента

№	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1	+	-	-	-
2	-	+	-	-
3	-	-	+	-
4	+	+	+	-
5	+	-	-	+
6	-	+	-	+
7	-	-	+	+
8	+	+	+	+
9	0	0	0	0
10	0	+	-	+
11	-	0	-	-
12	+	0	+	+
13	-	+	-	0
14	-	0	+	+
15	0	+	+	-
16	+	-	+	0
17	+	-	0	+
18	0	-	+	-

3.6 Результаты оптимизации процесса измельчения стебельных кормов в прессованном виде

В экспериментальных исследованиях процесса измельчения кормов были проверены теоретические исследования. А также были уточнены или

определены исходные данные, необходимые для выбора рациональных: конструктивных и технологических параметров измельчителя стебельных кормов, заготовленных в прессованном виде. Аналитические зависимости, полученные в результате теоретических исследований, устанавливают функциональную связь между конструктивными и технологическими показателями, влияющими на процесс измельчения кормов [105]. Данные зависимости позволяют выявить качественные и количественные стороны влияния указанных факторов с возможными допущениями. Выводы теоретических исследований о значимости влияния некоторых факторов на процесс измельчения кормов требует экспериментальной проверки. Для характеристики процесса измельчения кормов необходимо было найти рациональные конструктивно-режимные параметры измельчителя, получить математические модели процесса, оценить влияние факторов на исследуемый процесс. Из ранее проведенных экспериментальных исследований известно, что на плотность корма, находящегося в слое рулонного тюка, в значительной части влияют ориентация стеблей в слое, длина стеблей, влажность, а также степень уплотнения корма при формировании рулонного тюка. Экспериментальные исследования проводились на лабораторном образце, схема которого приведена в главе 3. В качестве критериев оптимизации были выбраны: энергоемкость (Y_1); время измельчения материала (Y_2); средневзвешенная длина частиц (Y_3) по методам (см. гл. 3) [109]. «Анализ априорной информации и поисковых исследований показал, что наиболее значимыми выявились следующие факторы» [89]: угловая скорость вращения измельчающего рабочего органа (ω), количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа (Z), количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов (n) и угол между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами (α). В результате эксперимента по матрице Плакета-Бермана и критериев оптимизации была использована программа расчета на ЭВМ (приложение) проведена обработка данных (таблица 3.6).

Таблица 3.6 - Матрица Плакета-Бермана

№	ω	Количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа, Z	Кол-во измельчающих двух- плоскостных дугового профиля сегментов, n	Угол α , град.	N, кВт		Время T, с	Степень измель- чения, L _{ср} , см
					холостой ход	работа под нагрузкой		
	- 0 +	- 0 +	- 0 +	- 0 +				
1.	+	-	-	-	0,7	1,5	15	12
2.	-	+	-	-	0,8	1,3	30	7,8
3.	-	-	+	-	0,8	1,4	35	9
4.	+	+	+	-	0,69	1,42	6	4,8
5.	+	-	-	+	2,8	3,8	15	14
6.	-	+	-	+	0,75	1,29	29	7,7
7.	-	-	+	+	0,81	1,33	32	8,2
8.	+	+	+	+	0,69	1,45	8	6,0
9.	0	0	0	0	0,66	2,07	20	6,1
10.	0	+	-	+	0,66	2,01	19	6,0
11.	-	0	-	-	0,8	1,41	29	7,8
12.	+	0	+	+	3,6	4,8	6	6,1
13.	-	+	-	0	0,8	1,3	32	7,9
14.	-	0	+	+	0,8	1,6	33	8,2
15.	0	+	+	-	0,66	2,02	20	5,4
16.	+	-	+	0	2,94	3,8	7	7,4
17.	+	-	0	+	2,97	4,0	9	7,5
18.	0	-	+	-	0,66	2,05	20	6,0

- энергоемкость (Y_1):

$$Y_1 = -8,26028 - 0,00037X_1 + 0,7526667X_2 + 1,0124X_3 + 0,857933X_4 - 0,0001X_1X_2 + 0,0000036X_1X_3 + 0,000099X_1X_4 + 0,0185X_2X_3 - 0,0232X_2X_4 - 0,0071X_3X_4 - 0,05X_2^2 - 0,0773667X_3^2 - 0,01103X_4^2$$

- время измельчения материала (Y_2):

$$Y_2 = 51,323167 - 0,011167X_1 + 3,432033X_2 - 5,7651X_3 - 1,7806X_4 - 0,0001X_1X_2 - 0,001X_1X_3 - 0,00004X_1X_4 - 0,6866X_2X_3 + 0,0778X_2X_4 + 0,0559X_3X_4 + 0,00000063X_1^2 - 0,2463X_2^2 + 0,5349X_3^2 + 0,018766667X_4^2$$

- средневзвешенная длина частиц (Y_3):

$$Y_3 = 25,83167 - 0,00647X_1 - 1,115967X_2 - 2,3392X_3 - 1,224367X_4 - 0,0004X_1X_2 - 0,0006X_1X_3 + 0,000013X_1X_4 + 0,0895X_2X_3 - 0,0056X_2X_4 + 0,013X_3X_4 + 0,0000023X_1^2 + 0,0616X_2^2 + 0,1638X_3^2 + 0,01767X_4^2$$

«Адекватность моделей подтверждается с вероятностью $R_d = 0,965$ при коэффициентах корреляции» [89] $R_1 = 0,94203$ и $R_2 = 0,98269$.

Переходя «от кодированных значений» [89] факторов (X_1, X_2, X_3, X_4) к натуральным (ω, Z, n, α) получены зависимости показателей энергоемкости (N , кВт), времени измельчения материала (T , с) и средневзвешенная длина частиц ($L_{ср}$, мм) от основных технологических факторов:

-энергоемкости (Y_1):

$$N = 2,571283 + 0,582433 \omega + 0,061233 Z + 0,798067 n + 0,753 \alpha - 0,0002 \omega Z + 0,0001 \omega \alpha - 0,0001 Z \alpha - 0,0001 n \alpha - 0,0055 \omega^2 - 0,0006 Z^2 - 0,0077667n^2 - 0,0073 \alpha^2$$

-время измельчения материала (Y_2):

$$T = 18,43992 - 11,41393 \omega + 1,47030 Z - 5,33787 n - 1,92323 \alpha - 0,0001 \omega Z - 0,0008 \omega n + 0,0000475 \omega \alpha - 0,0017 Zn - 0,00007 Z \alpha + 0,0009 n \alpha + 0,1089 \omega^2 - 0,0139 Z^2 + 0,0521667 n^2 + 0,0184667 \alpha^2$$

-средневзвешенная длина частиц (Y_3):

$$L_{cp} = 5,633467 - 1,953067 \omega - 1,8963 Z - 2,908 n - 0,2482 \alpha - 0,0003 \omega Z - 0,0005 \omega n + 0,00003 \omega \alpha + 0,0002 Z n - 0,00007 Z \alpha + 0,0000068 n \alpha + 0,0191 \omega^2 + 0,018 Z^2 + 0,0283 n^2 + 0,00247 \alpha^2$$

После получения адекватных математических моделей процесса, определялись координаты оптимума и изучались поверхности отклика.

В процессе экспериментальных исследований решалась компромиссная задача, с целью решения компромисса между тремя критериями оптимизации:

- энергоемкости;
- время измельчения материала;
- средневзвешенная длина частиц.

Результатом решения компромисса явились независимые переменные которые имеют следующие значения: угловая скорость вращения измельчающего рабочего органа, $\omega - X_1 = - 0,16$ ($\omega = 4,6 \text{ с}^{-1}$); Количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа, $Z - X_2 = 0,89$ ($Z = 9$); количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов, $n - X_3 = 0,87$ ($n = 9$); Угол между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами, $\alpha - X_4 = 0,5$ ($\alpha = 30^0$).

3.7 Результаты поисковых исследований оптимальных показателей процесса измельчения кормов, их анализ

В процессе экспериментальных исследований необходимо было установить влияние конструктивно-режимных параметров измельчителя на качественные и энергетические показатели процесса измельчения.

В результате поисковых исследований было выбрано оптимальное количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа $Z = 6-9$; количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов $n = 7-9$; угол между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами $\alpha=30^{\circ}$ до 35° . Поэтому дальнейшие экспериментальные исследования по оптимизации конструктивно-режимных параметров измельчителя грубых кормов.

Анализируя график экспериментальных зависимостей средневзвешенной длины частиц измельченного корма L_{cp} (рисунок 3.13) от угловой скорости вращения измельчающего рабочего органа можно увидеть, что при низкой угловой скорости $\omega = 1,6 \text{ с}^{-1}$ измельчающего рабочего органа размер частиц составляет от 80 мм и выше, что обусловлено силами сопротивления трения, инерционностью рабочего органа.

По мере увеличения угловой скорости, механическая энергия передается стеблям неизмельченного корма. Под действием центробежных сил, корм попадает на измельчающие двухплоскостные дугового профиля сегменты и зубчатые сегменты, расположенные по периметру измельчающего рабочего органа, на режущих кромках которых происходит измельчение как вдоль так и поперек волокон. При угловой скорости вращения $\omega = 3,14 \text{ с}^{-1}$ и выше, средневзвешенная длина частиц составляет $L_{cp} = 45 \text{ мм}$, что соответствует зоотехническим требованиям.

Согласно требований при измельчении соломы и сена размер частиц должен быть для крупного рогатого скота в пределах $L_{cp} = 20 - 50 \text{ мм}$.

Анализ зависимости производительности Q показал, что при угловой скорости вращения измельчающего рабочего органа $\omega =$ от 2,1 до $5,2 \text{ с}^{-1}$, производительность машины увеличивается от 1,1 до 6 т/ч и выше. За счет механической энергии, а также создаваемого дополнительно воздушного потока, эффекта всасывания и центробежных сил измельчение корма происходит быстрее, чем на низкой частоте вращения измельчающего рабочего органа.

График экспериментальной зависимости удельной энергоемкости $W_{уд}$ на рисунке 3.13 показывает, что максимальные затраты удельной энергоемкости $W_{уд}=0,0079$ кВт·ч/кг (7,9 кВт·ч/т) находятся при угловой скорости вращения измельчающего рабочего органа равной $\omega=3,14$ с⁻¹. В первоначальный момент времени, затраты энергии минимальные и составляют $W_{уд}=0,005$ кВт·ч/кг (5 кВт·ч/т), поэтому вначале показатель удельной энергоемкости низкий, а затем нарастает.

Анализируя график экспериментальных зависимостей производительности Q , можно отметить, что при количестве измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов, $n=6$ значение $Q=1,1$ т/ч, при этом анализ зависимости средневзвешенной длины частиц $L_{ср}$ показал, что $L_{ср}=50$ также при $n=6$, а зависимость удельной энергоемкости при $Z=6$ показывает минимальное значение $W_{уд}=0,002$ кВт·ч/кг (2 кВт·ч/т), что согласуется с предыдущими графиками зависимостей [100,101,108,109,110,111].

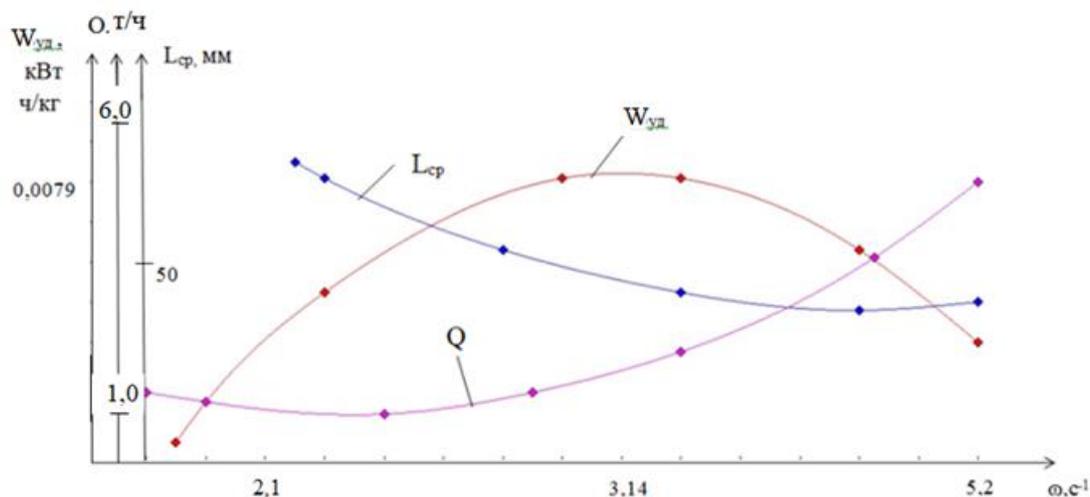


Рисунок 3.13 - График экспериментальных зависимостей средневзвешенной длины частиц, удельной энергоемкости, производительности от угловой скорости вращения измельчающего рабочего органа

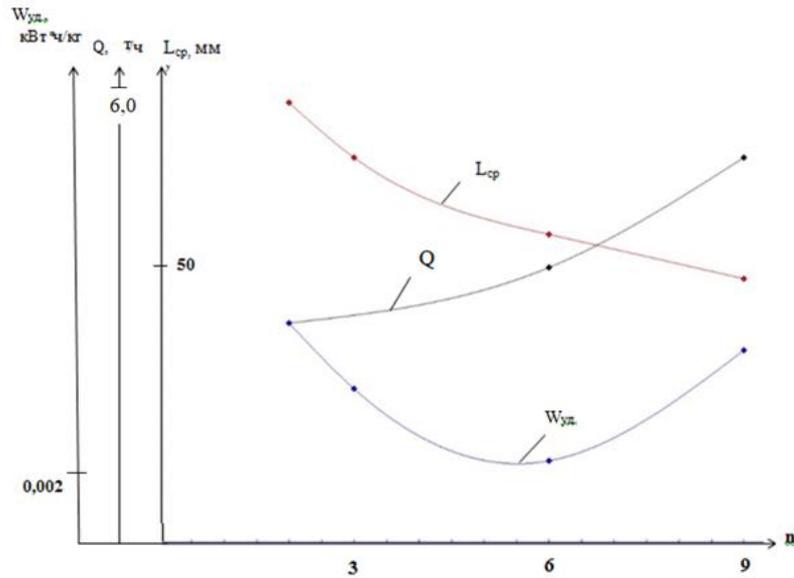


Рисунок 3.14 - График экспериментальных зависимостей средневзвешенной длины частиц, удельной энергоемкости, производительности от количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов, n

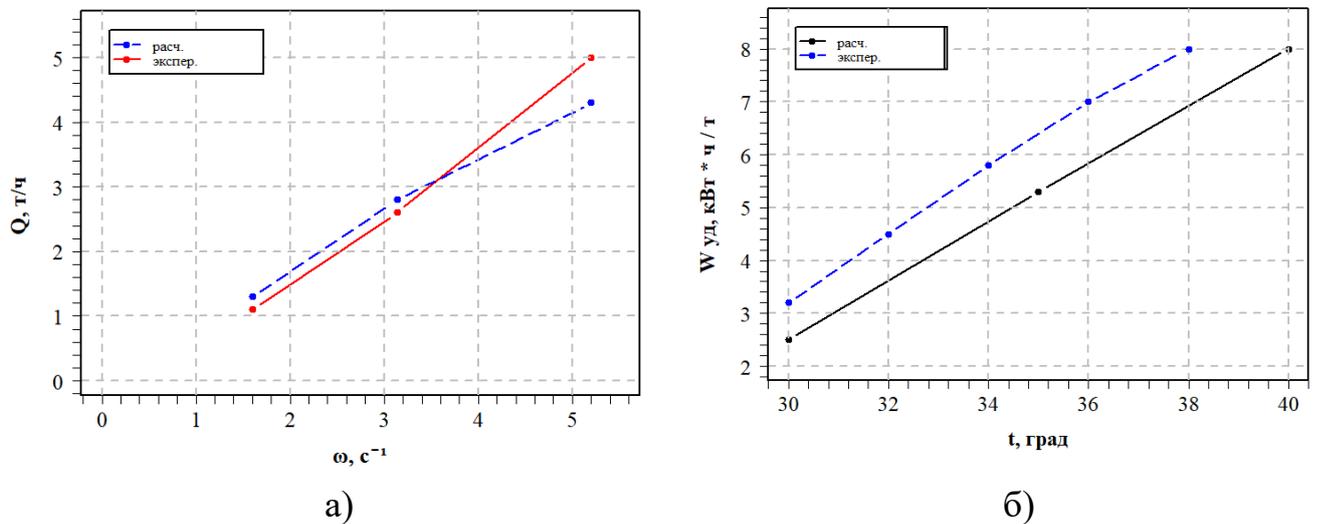


Рисунок 3.15 - Сходимость теоретических и экспериментальных значений:

- а) производительности измельчителя от изменения угловой скорости измельчающего рабочего органа; б) удельной энергоемкости от угла наклона ножей

Расходимость результатов по производительности и удельной энергоемкости измельчителя (рисунок 3.15 а, б), полученных

экспериментальным и теоретическим путем определялась согласно критерия Фишера и не превышает 7%.

При оптимальном сочетании факторов на процесс, были построены поверхности откликов Y_1 , Y_2 и Y_3 . Для этого исходные уравнения регрессии сводили к уравнениям с двумя факторами, оставляя остальные на постоянных уровнях.

Для упрощения анализа данных поверхностей были построены сечения откликов (рисунок 3.16), при постоянных уровнях следующих факторов:

$$X_1 = +1 (\omega=4,8 \text{ с}^{-1}) \text{ и } X_4 = +1 (\alpha=40^0)$$

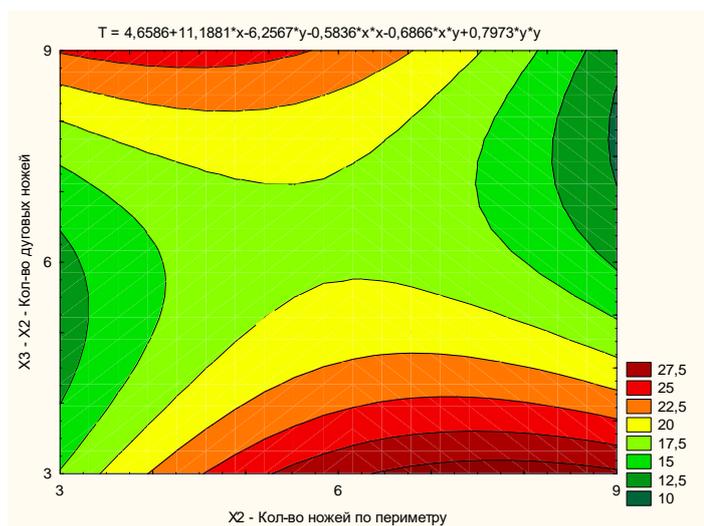


Рисунок 3.16 - Сечение поверхности времени измельчения материала массой 1 кг на плоскость $X_1 = +1 (\omega=4,8 \text{ с}^{-1})$ и $X_4 = +1 (\alpha=40^0)$

Анализ сечения плоскости, представленной на рисунке 3.16, показывает, что время измельчения материала массой 1 кг варьируется в пределах от 10 до 28 секунд. При количестве зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа $Z = 9$, время измельчения $T = 10$ секунд, что является оптимальным показателем, тогда необходимым количеством измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов $n = 8$.

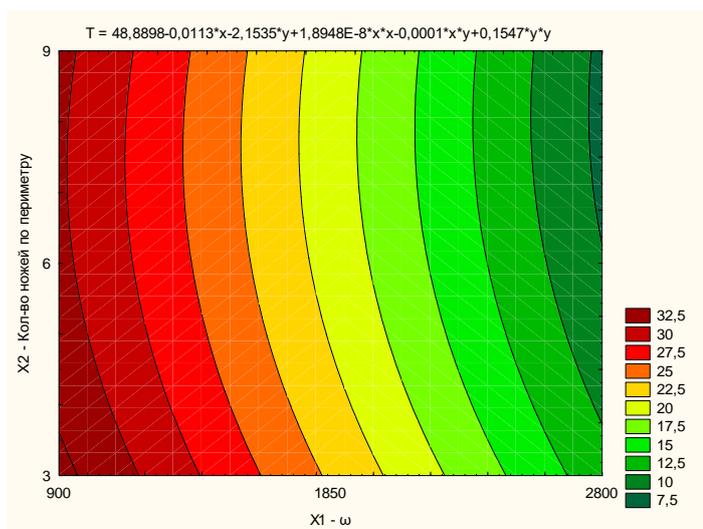


Рисунок 3.17 - Сечение поверхности времени измельчения материала массой 1 кг на плоскость $X_3 = +1$ ($n=9$) и $X_4 = -1$ ($\alpha=30^0$)

Анализ сечения поверхности на рисунке 3.17 показывает, что при оптимальном времени измельчения $T = 10$ секунд, угловая скорость вращения измельчающего рабочего органа изменяется в пределах $\omega =$ от 4,6 до 4,8 с^{-1} , при количестве зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа $Z = 9$, что подтверждается анализом предыдущей зависимости.

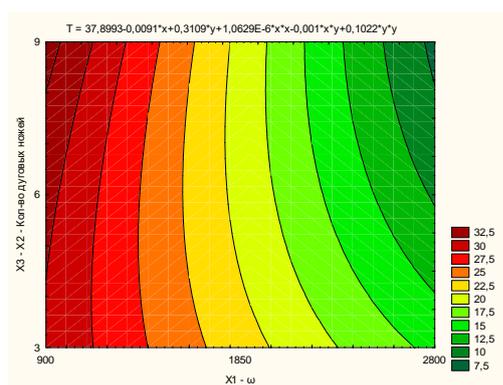


Рисунок 3.18 - Сечение поверхности времени измельчения материала массой 1 кг на плоскость $X_2=-1$ ($Z=3$) и $X_4=0$ ($\alpha =35^0$)

Анализируя сечение поверхности на рисунке 3.18 можно увидеть, что при оптимальном времени измельчения $T = 10$ секунд, оптимальной является угловая скорость вращения измельчающего рабочего органа в пределах $\omega =$ от 4,6

до $4,8 \text{ с}^{-1}$, количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов, $n = 8$.

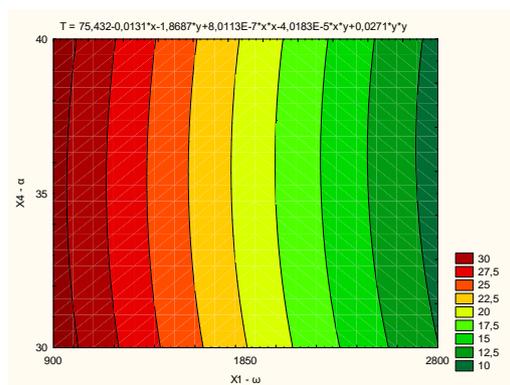


Рисунок 3.19 - Сечение поверхности времени измельчения материала массой 1 кг на плоскость $X_2 = -1$ ($Z=3$) и $X_3 = -1$ ($n=3$)

Анализ сечения поверхности на рисунке 3.19 показывает, что при оптимальном значении времени измельчения от $T = 10$ секунд, оптимальной угловой скоростью вращения измельчающего рабочего органа, исходя из выше представленных исследований, и данной зависимости является $\omega = 4,6 \text{ с}^{-1}$, при этом угол между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами, $\alpha = 36^0$.

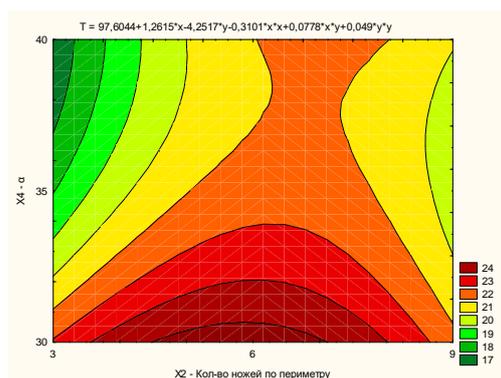


Рисунок 3.20 - Сечение поверхности времени измельчения материала массой 1 кг на плоскость $X_1 = 0$ ($\omega = 3,2 \text{ с}^{-1}$) и $X_3 = -1$ ($n=3$)

Анализ сечения поверхности на рисунке 3.20 показывает, что при оптимальном количестве зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа $Z = 8 - 9$, что соответствует анализу выше

представленных зависимостей, угол между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами, α меняется от 37^0 до 39^0 .

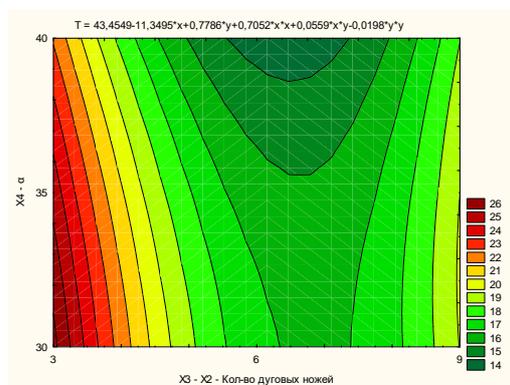


Рисунок 3.21 - Сечение поверхности времени измельчения материала массой 1 кг на плоскость $X_2=0$ ($Z=6$) и $X_3=+1$ ($n=9$)

На рисунке 3.21 видно, что при угле между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами, α изменяющимся от 37^0 до 39^0 оптимальным количеством измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов $n = 7-9$, что не противоречит данным, представленным на рисунке 3.16.

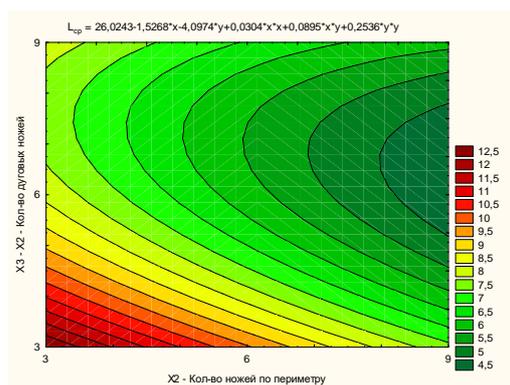


Рисунок 3.22 - Сечение поверхности средневзвешенной длины частиц измельченного корма на плоскость $X_1=0$ ($\omega=3,2 \text{ c}^{-1}$) и $X_4=-1$ ($\alpha=30^0$)

Анализ сечения поверхности на рисунке 3.22 показывает, что при средневзвешенной длине частиц измельченного корма $L_{cp} = 50$ мм, соответствующей зоотехническим требованиям, количество зубчатых сегментов,

расположенных по периметру измельчающего рабочего органа $Z = 7 - 9$. Тогда необходимым количеством измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов $n = 7 - 9$. При этом эти значения подтверждаются анализом зависимостей, представленных на рисунке 3.13 и рисунке 3.14.

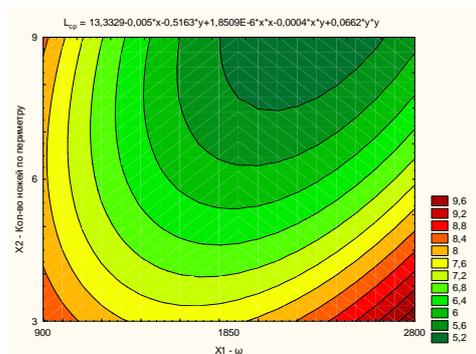


Рисунок 3.23 - Сечение поверхности средневзвешенной длины частиц измельченного корма на плоскость $X_3=0$ ($n=6$) и $X_4=0$ ($\alpha = 35^\circ$)

Анализ сечения поверхности на рисунке 3.23 показывает, что при средневзвешенной длине частиц равной $L_{cp} = 52$ мм, угловая скорость вращения измельчающего рабочего органа изменяется в пределах ω от 3,2 до 4,6 с^{-1} , при количестве зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа $Z=7 - 9$, что подтверждается анализом предыдущей зависимости.

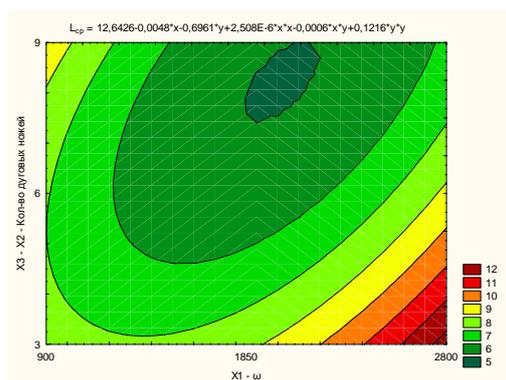


Рисунок 3.24 - Сечение поверхности средневзвешенной длины частиц измельченного корма на плоскость $X_2=-1$ ($Z=3$) и $X_4=-1$ ($\alpha = 30^\circ$)

Анализируя сечение поверхности на рисунке 3.24 можно увидеть, что при оптимальном средневзвешенной длине частиц равной $L_{cp} = 50$ мм, оптимальной является угловая скорость вращения измельчающего рабочего органа в пределах ω =от 3,2 до 3,89 c^{-1} , а количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов, $n=8-9$.

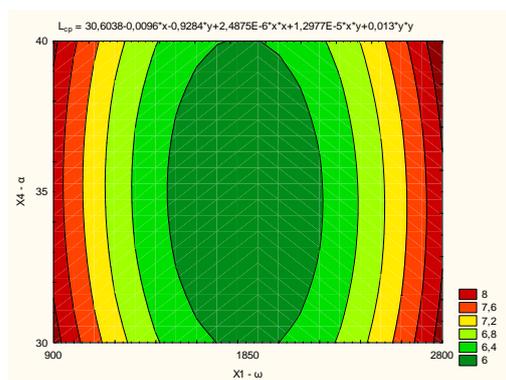


Рисунок 3.25 - Сечение поверхности средневзвешенной длины частиц измельченного корма на плоскость $X_2=+1$ ($Z=9$) и $X_3=-1$ ($n=3$)

Анализ сечение поверхности на рисунок 3.25 показывает, что при средневзвешенной длине частиц измельченного корма $L_{cp} = 60$ мм, оптимальной угловой скоростью вращения измельчающего рабочего органа является $\omega =$ от 2,6 c^{-1} , что соответствует углу $\alpha=35-36^0$.

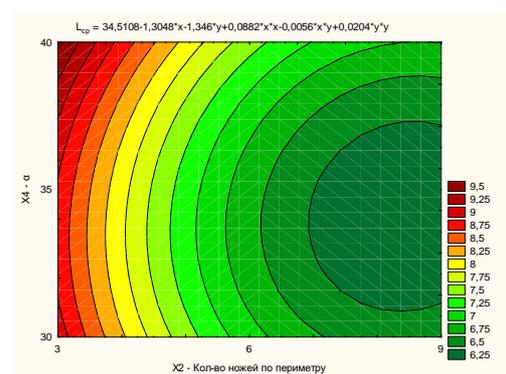


Рисунок 3.26 - Сечение поверхности средневзвешенной длины частиц измельченного корма на плоскость $X_1=+1$ ($\omega=4, c^{-1}$) и $X_3=-1$ ($n=3$)

Анализ сечение поверхности на рисунке 3.26 показывает, что при зубчатых сегментах, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа $Z=7-9$, что соответствует углу α , изменяющемуся в пределах от 34^0 до 35^0 .

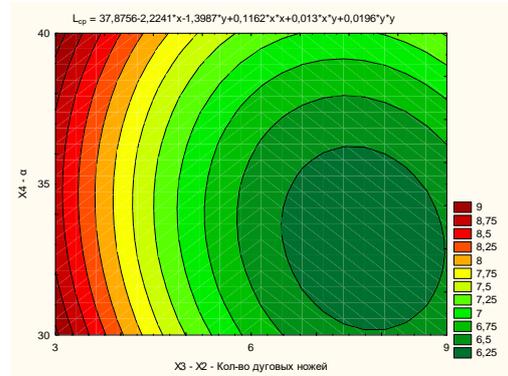


Рисунок 3.27 - Сечение поверхности средневзвешенной длины частиц измельченного корма на плоскость $X_2=-1$ ($Z=3$) и $X_3=+1$ ($n=9$)

Анализ сечение поверхности на рисунке 3.27 показывает, что при угле α , изменяющимся от 33^0 до 35^0 , оптимальным количеством измельчающих двухплоскостных дугевого профиля сегментов $n=7-9$, что не противоречит данным зависимости рисунке 3.14.

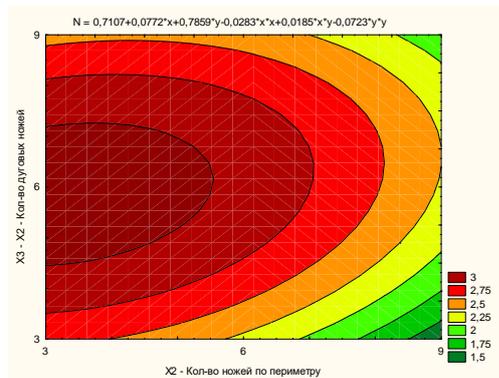


Рисунок 3.28 - Сечение поверхности мощности под нагрузкой на плоскость $X_1=-1$ ($\omega=1,6 \text{ c}^{-1}$) и $X_4=+1$ ($\alpha=40^0$)

Анализ сечение поверхности на рисунке 3.28 показывает минимальной мощностью под нагрузкой, включая мощность на холостой ход, является показатель $N = 1,5 \text{ кВт}$.

При этом количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа $Z = 9$, при количестве измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов $n = 3$.

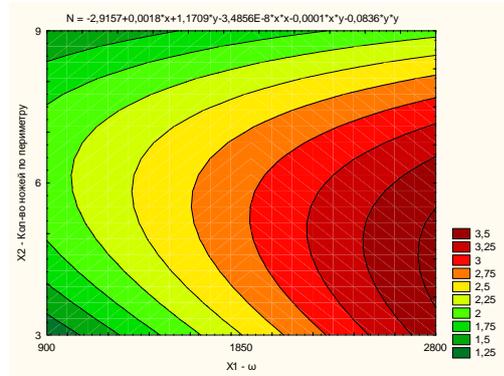


Рисунок 3.29- Сечение поверхности мощности под нагрузкой на плоскость $X_1 = -1$ ($\omega = 1,6 \text{ с}^{-1}$) и $X_4 = -1$ ($\alpha = 30^\circ$)

Анализ сечения поверхности на рисунке 3.29 показывает, что при минимальном $N = 1,5 \text{ кВт}$, а угловая скорость вращения измельчающего рабочего органа изменяется в пределах $\omega = \text{от } 1,6 \text{ до } 1,9 \text{ с}^{-1}$, при количестве зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа $Z = 6-9$.

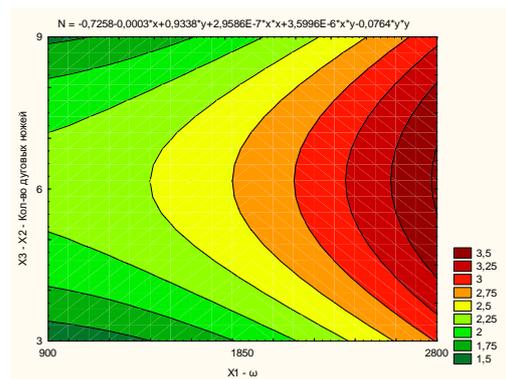


Рисунок 3.30 - Сечение поверхности мощности под нагрузкой на плоскость $X_2 = +1$ ($Z = 9$) и $X_4 = +1$ ($\alpha = 40^\circ$)

Анализируя сечение поверхности на рисунке 3.30 можно увидеть, что при минимальном $N=1,5$ кВт, оптимальной является угловая скорость вращения измельчающего рабочего органа в пределах ω от 1,6 до 2,2 с^{-1} , количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов, $n=3-4$.

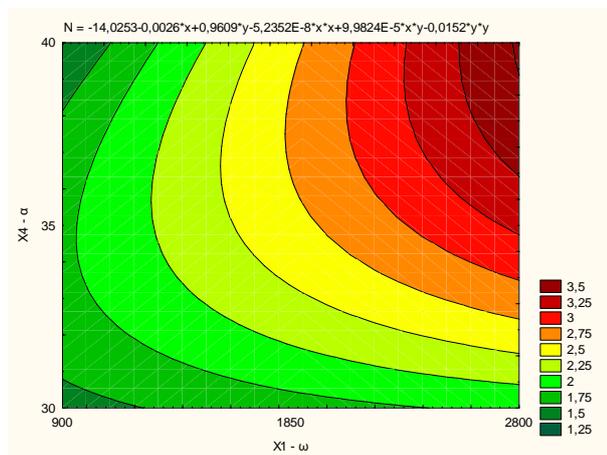


Рисунок 3.31- Сечение поверхности мощности под нагрузкой на плоскость $X_2=+1$ ($Z=9$) и $X_3=-1$ ($n=3$)

Анализ сечения поверхности на рисунке 3.32 показывает, что при минимальном $N=1,5$ кВт, оптимальной угловой скоростью вращения измельчающего рабочего органа, исходя из выше представленных исследований, и данной зависимости является ω от 1,6 до 2,2 с^{-1} , при этом угол между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами, $\alpha=30^0 - 32^0$.

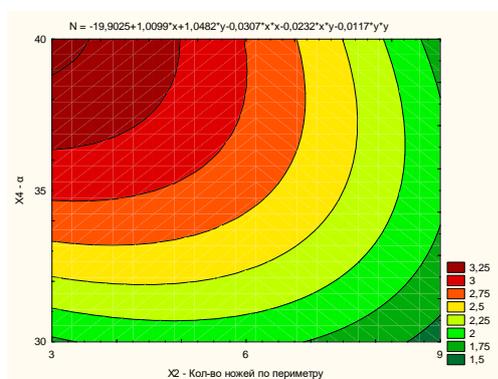


Рисунок 3.33 - Сечение поверхности мощности под нагрузкой на плоскость $X_1=+1$ ($\omega=4,6 \text{ с}^{-1}$) и $X_3=+1$ ($n=9$)

Анализ сечения поверхности на рисунке 3.33 показывает, что при оптимальном количестве зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа $Z = 6 - 9$, что соответствует анализу выше представленных зависимостей, угол между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами, α меняется от 30^0 до 32^0 .

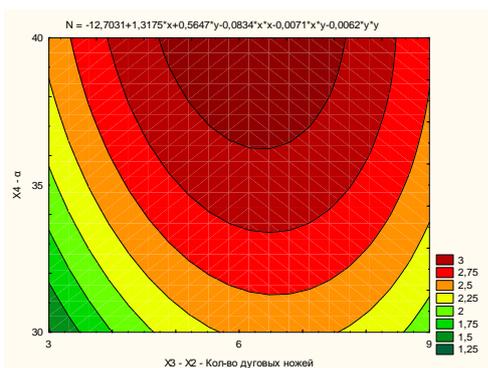


Рисунок 3.34 - Сечение поверхности времени мощности под нагрузкой на плоскость $X_2=-1$ ($Z=3$) и $X_3=0$ ($n=6$)

На рисунке 3.34 видно, что при угле между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами, α изменяющимся от 30^0 до 32^0 оптимальным количеством измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов $n=3 - 4$, что не противоречит данным, представленным на рисунке 3.13.

В процессе исследования установлено, что наиболее существенное влияния на процесс измельчения имеют следующие факторы:

- угловая скорость вращения измельчающего рабочего органа (ω);
- количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа (Z);
- количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов(n);

– угол наклона между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами, α .

Исходя, из анализа вышеперечисленных зависимостей, определены рациональные значения параметров измельчителя, при которых средневзвешенная длина частиц $L_{cp} = 50$ мм, время измельчения $T = 10$ секунд, а удельная энергоёмкость равна $2,75$ кВт·ч/т, тогда угловая скорость измельчающего рабочего органа изменяется в пределах $\omega =$ от $3,2$ до $4,6$ с⁻¹; количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа $Z = 6 - 9$; количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов $n = 7 - 9$; угол между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами $\alpha =$ от 30^0 до 35^0 .

Из анализа семейства кривых графика рассеивания результатов экспериментов для критериев оптимизации: средневзвешенная длина частиц (X), энергоёмкости (Y) можно сделать вывод о том, L_{cp} изменяется в пределах от 50 мм до 100 мм, что соответствует N изменяется в пределах от 0,5 кВт·ч/т до 3,4 кВт·ч/т (рисунок 3.35). Из анализа семейства кривых графика рассеивания для критериев оптимизации: время измельчения материала (X), средневзвешенная длина частиц (Y) можно сделать вывод о том, L_{cp} изменяется в пределах от 50 мм до 100 мм, что соответствует времени T, с от 10 до 30 (рисунков 3.36,3.37). Из анализа семейства кривых графика линий равного выхода для критериев оптимизации: энергоёмкость (X), время измельчения материала (Y), можно сделать вывод о том, энергоёмкость изменяется в пределах от 0,5 кВт·ч/т до 3,4 кВт·ч/т, что соответствует времени измельчения материала T, с от 10 до 30.

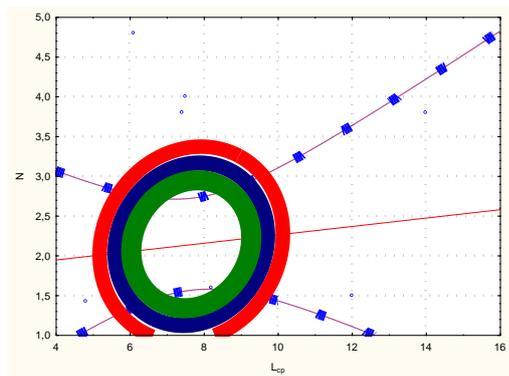


Рисунок 3.35 - График рассеивания для критериев оптимизации: средневзвешенная длина частиц (X), энергоёмкости (Y)

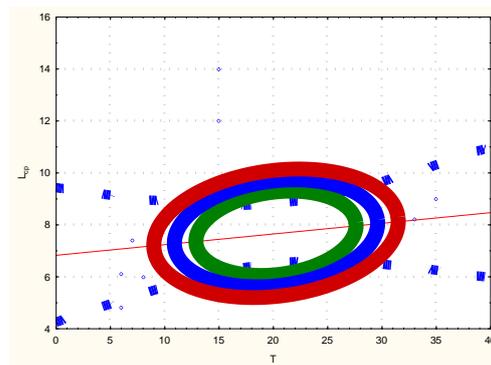


Рисунок 3.36 - График рассеивания для критериев оптимизации: время измельчения материала (X), средневзвешенная длина частиц (Y)

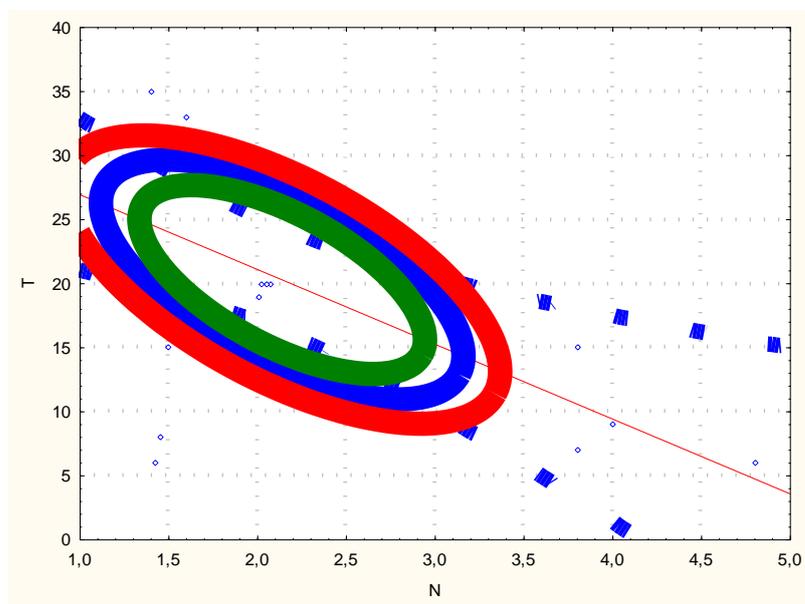


Рисунок 3.37 - График рассеивания для критериев оптимизации: энергоёмкость (X), время измельчения материала (Y)

3.8 Методика расчета конструктивно-технологических параметров измельчителя стебельных кормов в прессованном виде

Методика расчета находится в приложении 2.

3.9 Выводы

1. В результате экспериментальных исследований установлено, наиболее существенное влияние на процесс измельчения имеют угловая скорость вращения измельчающего рабочего органа, количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа, количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов.

2. Найдены рациональные значения параметров измельчителя стебельных кормов при которых длина резки соответствует зоотехническим требованиям для КРС при $L_{cp} = 50$ мм: угловая скорость измельчающего рабочего органа изменяется в пределах $\omega =$ от 3,2 до 4,6 s^{-1} ; количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа $Z = 6 - 9$; количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов $n = 7 - 9$; угол между измельчающим рабочим органом конусного типа и горизонтальными зубчатыми измельчающими элементами $\alpha =$ от 30° до 35° .

3. Согласно графиков, построенных в результате поисковых исследований, максимальные затраты удельной энергоёмкости $W_{уд} = 0,0079$ кВт·ч/кг (7,9 кВт·ч/т) находятся при угловой скорости вращения измельчающего рабочего органа равной $\omega = 3,14 s^{-1}$ и зависимость удельной энергоёмкости при $Z = 6$ показывает минимальное значение $W_{уд} = 0,002$ кВт ч/кг (2 кВт·ч/т).

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ СТЕБЕЛЬНЫХ КОРМОВ

4.1 Экономическая эффективность применения проектируемого измельчителя стебельных кормов

Для оценки экономической эффективности проектируемого измельчителя стебельных кормов определим и сравним затраты на выполнение операций по существующему ИРР-1М и предлагаемому варианту.

«Производительность существующих и предлагаемых агрегатов составляет» [97,118]:

«для существующего варианта» [97,118] ИРР-1М:

$$W_{\text{ч}}^c = 2,0 \text{ м / ч ;}$$

«для предлагаемого варианта» [97,118]:

$$W_{\text{ч}}^n = 1,8 \text{ м / ч .}$$

«Годовая экономия труда определяется по формуле» [97,118]:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^k (H_{y,i}^c - H_{y,i}^n) \cdot W_{z,i}^n, \quad (4.1)$$

где ΔH - годовая экономия труда чел.ч;

$H_{y,i}^c, H_{y,i}^n$ - затраты труда соответственно по существующему и проектируемому вариантам на i -й операции, чел.ч/т;

$W_{z,i}^n$ - годовая выработка агрегата в проектируемом варианте, т.

k - количество операций технологического процесса.

«Затраты труда на i -й операции определяются по формуле» [97,118]:

$$H_{y,i} = \frac{L_i}{W_{ч,i}}, \quad (4.2)$$

где L_i - количество обслуживающих механизаторов на i -й операции, чел.

$W_{ч,i}$ - часовая производительность агрегата на i -й операции, т/ч.

$$H_y^c = \frac{1}{2,0} = 0,5 \text{ чел.ч / т};$$

«Для предлагаемого варианта» [97,118]:

$$H_y^n = \frac{1}{1,8} = 0,56 \text{ чел.ч / т}$$

«Экономия труда составит» [97,118]:

$$\Delta H = (0,5 - 0,56) \cdot 165 = -9,9 \text{ чел.ч / сез}, \quad (4.3)$$

Одним из основных показателей экономической эффективности предлагаемых инженерных решений является ожидаемый годовой экономический эффект, определяемый по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = \sum_{i=1}^{\kappa} \Delta \Pi_i + D_y + D_{\kappa} + D_p, \quad (4.4)$$

где $\mathcal{E}_{год}$ - общий годовой экономический эффект, руб.;

$\Delta \Pi_i$ - годовая экономия от сокращения приведенных затрат на

i -й операции, руб.;

D_y, D_{κ}, D_p - соответственно дополнительный эффект от прибавки урожая, повышения качества продукции и экономии ресурсов., руб.

«Годовая экономия от сокращения приведенных затрат на i -й операции определяется по формуле» [97,118]:

$$\Delta \Pi_{y,i} = (\Pi_{y,i}^c - \Pi_{y,i}^n) \cdot Q_{z,i}^n, \quad (4.5)$$

где $\Pi_{y,i}^c, \Pi_{y,i}^n$ - приведенные затраты на i -й операции по существующему и проектируемому вариантам, руб.;

$Q_{z,i}^n$ - годовая выработка агрегата на i -й операции.

«Приведенные затраты на выполнение i -й операции рассчитываются по формуле» [97,118]:

$$\Pi_{y,i} = Z_{y,i}^3 + E \cdot K_{y,i}$$

где $Z_{y,i}^3$ - прямые эксплуатационные затраты на i -й операции, руб./т;

E - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений

($E = 0,15$);

$K_{y,i}$ - капиталовложения на i -й операции, руб./т

«Удельные капиталовложения на выполнение i -й операции рассчитываются по формуле» [97,118]:

$$K_{y,i} = \frac{K_m}{T_{z,m} W_{ч,i}} + \frac{K_{см}}{T_{z,см} W_{ч,i}} + \frac{K_{сц}}{T_{z,сц} W_{ч,i}}, \quad (4.6)$$

где $K_m, K_{см}, K_{сц}$ - балансовая стоимость трактора, сельхозмашины и сцепки соответственно, руб.;

$T_{z,m}, T_{z,см}, T_{z,сц}$ - нормативная загрузка трактора, сельхозмашины и сцепки соответственно ч./год.

«Эксплуатационные затраты на выполнение i -й операции определяются по формуле» [97,118]:

$$Z_{y,i}^3 = C_i^3 + C_i^a + C_i^{p.mo} + C_i^{mcm} + C_i^{np}, \quad (4.7)$$

где C_i^3 - затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды на i – й операции, руб./т;

C_i^a - амортизационные отчисления на i – й операции , руб./т;

$C_i^{p.mo}$ - отчисления на ремонты и техобслуживание на i – й операции , руб./т;

C_i^{mcm} - затраты на топливо и смазочные материалы на i – й операции , руб./т;

C_i^{np} - прочие прямые затраты на i – й операции , руб./т.

«Балансовую стоимость проектируемой машины (K_n) можно определять по формуле» [97,118]:

$$K_n = K_c + K_{mod}, \quad (4.8)$$

где K_{mod} - дополнительные затраты на модернизацию машины, руб.

Затраты на изготовление машины можно определить по формуле:

$$K_{mod} = K_{p.m} + K_n + K_{tz} + K_{zn} + K_{np}, \quad (4.9)$$

где K_{mod} - затраты на модернизацию машины, руб.;

$K_{p.m}$ - затраты на расходные материалы, руб.;

K_n - затраты на покупные изделия, руб.;

K_{tz} - транспортно-заготовительные расходы, руб.;

K_{zn} - заработная плата работников с отчислениями на соц. нужды, руб.;

K_{np} - общепроизводственные и общехозяйственные расходы, руб.

«Затраты на материалы и покупные изделия, необходимые для изготовления машины, определяются на основании их объемов, установленных согласно чертежам, и цен, определяемых по прайс-листам торгующих организаций» [97,118]. «Транспортно-заготовительные расходы (K_{tz}) принимаются равными 10% от стоимости покупных материалов и изделий» [97,118].

«Общепроизводственные и общехозяйственные расходы определяются в размере 4% от зарплаты с отчислениями на социальные нужды» [97,118].

Для расчета затрат на материалы и покупные изделия заполним таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – «Затраты на материалы и покупные изделия» [97,118]

Наименование материала, детали	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Уголок 40x40 х5,0, кг	45	41,5	1867,5
Лист δ 2 мм Ст 3,кг	9	42,6	383,4
Круг \varnothing 30 Ст 45, кг	0,9	54,5	49,05
Лист δ 4 мм Ст 45, кг	47	52,6	2472,2
Метизы, кг	1,8	250	450
Электроды, кг	5	126	630
Электродвигатель Мощность 15 кВт, шт.	1	37000	37000
Ремень привода, шт.	3	800	2400
Круг \varnothing 25 Ст 3, кг	3,8	39	1482
Итого			46734,15
Транспортно-заготовительные расходы			4673,84
Всего			51407,57

«Основная зарплата работников, занимающихся изготовлением машины, определяется по часовым тарифным ставкам, и трудоемкости выполняемых работ согласно хронометражу или нормативным справочникам» [97,118].

«Трудоемкость и зарплата на изготовление машины, а также отчисления на социальные нужды рассчитываются» [97,118] в таблице 4.2.

Таблица 4. 2 – «Трудоемкость и зарплата на изготовление машины» [97,118]

Вид работ	Разряд	Продолжительность, ч	Тарифная ставка, руб./ч	Стоимость, руб
Токарные	4	4	115,6	462,4
Слесарно-сборочные	5	8	134,2	1073,6
Сварочные	5	1,5	134,2	201,3
Наладочные	4	3	115,6	346,8
Итого:				2084,1
Отчисления в фонд социального страхования (30%), руб.				625,23
Общепроизводственные и общехозяйственные расходы, руб				108,37
Всего:				2817,7

Таким образом, балансовая стоимость проектируемой машины составит:

$$K_n = 51407,57 + 2817,7 = 54225,27 \text{ руб.}$$

«Произведем расчет всех статей эксплуатационных затрат по существующему и проектируемому вариантам» [97,118].

«Оплата труда с отчислениями на социальные нужды определяется по формуле» [97,118]:

$$C_i^3 = \left(\frac{m_{\text{ч.и}}^M l_i^M}{W_{\text{ч.и}}} \cdot K_M + \frac{m_{\text{ч.и}}^{\text{BP}} l_i^M}{W_{\text{ч.и}}} \cdot K_{\text{BP}} \right) \cdot K_{\text{соц}}, \quad (4.10)$$

где $m_{\text{ч.и}}^M, m_{\text{ч.и}}^{\text{BP}}$ - часовые тарифные ставки механизатора и вспомогательных рабочих соответственно на i -й операции, руб./ч;

l_i^M, l_i^{BP} - количество соответственно механизаторов и вспомогательных рабочих, обслуживающих агрегат на i -й операции, чел;

K_M, K_{BP} - коэффициенты доплат к тарифному фонду механизаторов и вспомогательных рабочих (1,25 и 1,1 соответственно);

$K_{\text{соц}}$ - коэффициент отчислений на социальные нужды ($K_{\text{соц}} = 1,3$).

«Для существующего варианта» [97,118]:

$$C_3^c = \frac{1 \cdot 89,5 \cdot 1,25 \cdot 1,3}{2,0} = 72,7 \text{ руб./т};$$

«Для проектируемого варианта» [97,118]:

$$C_3^n = \frac{1 \cdot 89,5 \cdot 1,25 \cdot 1,3}{1,8} = 80,8 \text{ руб./т}.$$

«Амортизационные отчисления равны» [97,118]:

$$C_i^a = \frac{K_m a_m}{100 \cdot T_{\text{г.м}} W_{\text{ч}}^i} + \frac{K_{\text{см}} a_{\text{см}}}{100 \cdot T_{\text{г.см}} W_{\text{ч}}} + \frac{K_{\text{сч}} a_{\text{сч}}}{100 \cdot T_{\text{сч}} W_{\text{ч}}^i}, \quad (4.11)$$

где $a_m, a_{\text{см}}, a_{\text{сч}}$ - годовая норма амортизационных отчислений, %

«Для существующего варианта» [97,118]:

$$C_a^c = \frac{368000 \cdot 12,5}{100 \cdot 900 \cdot 2,0} = 25,6 \text{ руб./} m$$

«Для предлагаемого варианта» [97,118]:

$$C_a^n = \frac{54225,27 \cdot 12,5}{100 \cdot 900 \cdot 1,8} = 4,2 \text{ руб./} m$$

«Затраты на ремонты и техобслуживание рассчитываются по формуле» [97,118]:

$$C_{p.to} = \frac{K_m P_m}{100 \times T_{z.m} W_{\text{ч}}} + \frac{K_{cm} P_{cm}}{100 \times T_{z.cm} W_{\text{ч}}} + \frac{K_{cy} P_{cy}}{100 \times T_{cy} W_{\text{ч}}},$$

(4.12)

где P_m, P_{cm}, P_{cy} - годовая норма отчислений на ремонты и техническое обслуживание сельхозмашины, %.

«Для существующего варианта» [97,118]:

$$C_{p.to}^c = \frac{368000 \cdot 14}{100 \cdot 900 \cdot 2,5} = 28,6 \text{ руб./} m$$

«Для предлагаемого варианта» [97,118]:

$$C_{p.to}^n = \frac{54225,27}{100 \cdot 900 \cdot 1,8} = 4,7 \text{ руб./} m$$

«Затраты на электроэнергию определяются по формуле» [97,118]:

$$C_{тсм} = g \cdot Z_k ,$$

где g - норма расхода электроэнергии кВт.ч/т., руб;

Z_k - комплексная цена 1 кВт электроэнергии, руб.

«Для существующего варианта» [97,118]:

$$C_{тсм}^c = 19,6 \cdot 5,5 = 107,8 \text{ руб.}$$

«Для предлагаемого варианта» [97,118]:

$$C_{тсм}^n = 3,3 \cdot 5,5 = 18,15 \text{ руб.}$$

«Прочие прямые затраты определяются» [97,118]:

$$C_{np,} = 0,04 \cdot C_3$$

Для существующего варианта

$$C_{np}^c = 0,04 \cdot 72,7 = 2,9 \text{ руб./ т;}$$

Для предлагаемого варианта:

$$C_{np}^n = 0,04 \cdot 80,8 = 3,2 \text{ руб./ т;}$$

«Таким образом, эксплуатационные затраты составят» [97,118]:

Для существующего варианта:

$$Z_y^c = 237,6 \text{ руб./ т.}$$

Для предлагаемого варианта:

$$Z_y^n = 111,05 \text{ руб./ т.}$$

«Далее определим размер удельных капиталовложений» [97,118].

Для существующего варианта:

$$K_y^c = \frac{368000}{900 \cdot 2,0} = 204,4 \text{ руб./} m$$

Для предлагаемого варианта

$$K_y^n = \frac{54225,27}{900 \cdot 1,8} = 33,47 \text{ руб./} m$$

«Подставив в формулу приведенных затрат рассчитанные данные получим» [97,118]:

Для существующего варианта:

$$P_y^c = 268,26 \text{ руб./} m$$

Для предлагаемого варианта

$$P_y^n = 116,07 \text{ руб./} m$$

Годовая экономия от сокращения приведенных затрат составит:

$$\Delta P_y = (268,26 - 116,07) \cdot 165 = 25111,35 \text{ руб./} год$$

«Важным показателем эффективности предлагаемой разработки является срок окупаемости дополнительных капиталовложений ($T_{ок}$), определяемый по формуле» [97,118]:

$$T_{ок} = \frac{K_{\delta}}{\Delta_{год}}, \quad (4.13)$$

где K_{δ} - размер дополнительных капиталовложений, руб.

$$T_{ок} = \frac{54225,27}{25111,35} = 2,1 \text{ года}$$

Важным показателем эффективности является также коэффициент фактической эффективности капиталовложений (E_{ϕ}):

$$E_{\phi} = \frac{\mathcal{E}_{\text{зод}}}{K_{\phi}}, \quad (4.14)$$

$$E_{\phi} = \frac{25111,35}{54225,27} = 0,46$$

«Далее необходимо провести сравнительный расчет технико-экономических показателей по существующему и проектируемому вариантам, значение которых также характеризует эффективность разработанных мероприятий» [97,118].

Удельная материалоемкость процесса (M_y):

$$M_y = \sum_{i=1}^k M_y^i \quad (4.15)$$

где M_y^i - материалоемкость на i -й операции, кг/т.

«Удельная материалоемкость (металлоемкость) на i -й операции рассчитывается по формуле» [97,118]:

$$M_y^i = \frac{M_m}{T_{z.m} W_y^i} + \frac{M_{cm} N_{cm}}{T_{z.cm} W_y^i} + \frac{M_{cy}}{T_{z.cy} W_y^i}, \quad (4.16)$$

где M_m, M_{cm}, M_{cy} - масса сельхозмашины, кг

N_{cm} - количество сельхозмашин в составе агрегата.

Для существующего варианта:

$$M_y^c = \frac{1450}{900 \cdot 2,0} = 0,8 \text{ кг} / \text{т}$$

Для предлагаемого варианта

$$M_y^n = \frac{1420}{900 \cdot 1,8} = 0,79 \text{кВт} / \text{т}$$

«Энергоемкость процесса (A_y) определяется по формуле» [97,118]:

$$A_y = \sum_{i=1}^k A_y^i \quad (4.17)$$

где A_y^i - энергоемкость на операции, кВт·ч/т.

«Удельная энергоемкость определяется по формуле» [97,118]:

где $N_{де}$ - эффективная мощность двигателя, кВт.

$$A_y = \frac{N_{де}}{W_q}, \quad (4.18)$$

$$A_y^c = \frac{40}{2,0} = 20 \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{т}; \quad A_y^n = \frac{15}{1,8} = 8,3 \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{т}$$

Все рассчитанные показатели для удобства сравнения сводятся в таблицу 4.3.

Рассчитанные показатели удельной энергоемкости для проектируемого измельчителя составляют 8,3кВт·ч/т, что свидетельствуют об эффективности проектируемой машины по сравнению с показателями удельной энергоемкости ИРР-1М - 20 кВт·ч/т.

Тогда при требуемой производительности проектируемого измельчителя равной до 2 т/ч мощность привода составит $8,3 \times 2 = 16,6$ кВт.

Для сравнения мощность привода измельчителя кормов ИРР-1М равна 40 кВт.

Рассчитаем годовые эксплуатационные издержки для измельчителя кормов ИРР-1М и проектируемого измельчителя.

Таблица 4.3 - Экономическая эффективность применения проектируемого
измельчителя

Показатель	Значение показателя		Эффект	
	существующего	проектируемого	абсолютный	относит.,%
Затраты труда, чел.ч./т	0,5	0,56	0,06	12
Производительность труда, т/чел.ч	2,0	1,8	-0,2	-10
Эксплуатационные затраты, руб./т	237,6	111,05	-126,55	-53,26
в том числе: оплата труда	72,7	80,8	8,1	11,14
амортизация	25,6	4,2	-21,4	-83,59
ремонт и ТО	28,6	4,7	-23,9	-83,57
электроэнергия	107,8	18,15	-89,65	-83,16
прочие прямые затраты	2,9	3,2	0,3	10,34
Капиталовложения, руб./т	204,4	33,47	-170,93	-83,6
Приведенные затраты, руб./т	268,26	116,07	-152,19	-56,7
Металлоемкость, кг/т	0,8	0,79	-0,01	-1,25
Удельная энергоемкость, кВт*ч/т	20	8,3	-11,7	-58,5
Дополнительные капиталовложения, руб.	54225,27			
Ожидаемый годовой экономический эффект, руб.	25111,35			
Срок окупаемости дополнительных капиталовложений, лет	2,1			
Коэффициент фактической эффективности капиталовложений	0,46			

Таблица 4.4 - Расчет затрат на амортизацию и текущий ремонт существующего измельчителя кормов ИРР-1М

Оборудование	Стоимость руб.	Отчисления на амортизацию, %	Отчисления на текущ. ремонт, %	Сумма амортизации, руб.	Затраты на текущ. ремонт, руб.
ИРР-1М	368000	16,6	14	61088	51520
Итого				61088	51520

Годовые эксплуатационные издержки для измельчителя ИРР-1М определяются по формуле:

$$\text{Иб}_{\text{ИРР-1М}} = \text{ЗП} + \text{А} + \text{ТР} + \text{С} + \text{П}, \quad (4.19)$$

где ЗП – зарплата с начислением основных и вспомогательных рабочих;

А – амортизация отчисления, А=61088 руб. (табл.5.4);

ТР – затраты на текущий ремонт ТР=51520 руб.(табл.5.4);

С – затраты на электроэнергию, руб.;

П – прочие затраты составляют 12% от основных.

$$\text{ЗП} = n \cdot \text{СЗ} = 1 \cdot 18000 = 18000 \text{ руб.}, \quad (4.20)$$

где n – количество рабочих, чел.;

СЗ - средняя зарплата = 18000 руб.

С = В·Ц = 19,6·5,5 = 107,8 руб.,

где V – норма расхода электроэнергии кВт*ч/т, руб;

Π – комплексная цена 1 кВт электроэнергии, руб.;

$$\Pi = (18000 + 61088 + 51520 + 107,8) \cdot 0,12 = 15686 \text{ руб.};$$

$$Иб_{ИРР-1М} = 18000 + 61088 + 51520 + 107,8 + 15686 = 146401,8 \text{ руб.}$$

Таблица 4.5 - Расчет затрат на амортизацию и текущий ремонт предлагаемого измельчителя стебельных кормов

Оборудование	Стоимость руб.	Отчисления на амортизацию, %	Отчисления на текущ. ремонт, %	Сумма амортизации, руб.	Затраты на текущ. ремонт, руб.
Измельчитель	54225,27	16,6	14	9001,4	7591,5
Итого				9001,4	7591,5

$$Иб_{измел} = ЗП + А + ТР + С + \Pi, \quad (4.21)$$

где $ЗП$ – зарплата с начислением основных и вспомогательных рабочих;

A – амортизация отчисления, $A=9001,4$ руб. (табл.5.5);

$ТР$ – затраты на текущий ремонт $ТР=7591,5$ руб.(табл.5.5);

C – затраты на электроэнергию, руб.;

Π – прочие затраты составляют 12% от основных.

$$ЗП = n \cdot CЗ = 1 \cdot 18000 = 18000 \text{ руб.}, \quad (4.22)$$

где n – количество рабочих, чел.;

$CЗ$ - средняя зарплата = 18000 руб.

$$C = V \cdot \Pi = 19,6 \cdot 5,5 = 107,8 \text{ руб.},$$

где B – норма расхода электроэнергии кВт*ч/т, руб;

$Ц$ – комплексная цена 1 кВт электроэнергии, руб.;

$$П=(18000+9001,4+7591,5+107,8) \cdot 0,12 = 4164,08 \text{ руб.};$$

$$Иб_{\text{измел}} = 18000+9001,4+7591,5+107,8+4164,08 = 38864,78 \text{ руб.}$$

Тогда экономия годовых эксплуатационных затрат составит:

$$Иб_{\text{ИРР-1М}} - Иб_{\text{измел}} = 146401,8 - 38864,78 = 107537,02 \text{ руб.}$$

Таким образом, проектируемый измельчитель стебельных кормов экономически эффективен, так как экономические показатели составили:

- ожидаемый экономический эффект составляет 25111,35 руб;

- удельная энергоемкость для проектируемого измельчителя составляет 8,3кВт·ч/т;

- экономия годовых эксплуатационных затрат составляет 107537,02 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итоги выполненного исследования

1. На основании проведенного анализа конструкций технических средств для приготовления кормов в прессованном виде, усовершенствована классификация измельчителей кормов, позволившая разработать конструктивно-технологическую схему измельчителя стебельных кормов в прессованном виде. Новизна технических решений подтверждена патентами РФ на изобретение № 2530811, № 2542120, № 2581488 и полезную модель № 163827.

2. В результате проведенного теоретического анализа рабочего процесса измельчителя стебельных кормов в прессованном виде определены аналитические выражения, которые позволили определить конструктивно-технологические параметры измельчителя стебельных кормов, влияющие на энергоемкость: угловая скорость измельчающего рабочего органа (ω); угол наклона между измельчающим рабочим органом и горизонтальными зубчатыми сегментами (α); количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа (Z) и количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов (n).

3. Теоретическими исследованиями установлены рациональные конструктивно-технологические параметры комбинированных режущих сегментов: угловая скорость измельчающего рабочего органа от 2,4 до 3,3 с⁻¹, при производительности равной от 2 до 3 т/ч соответственно; угол наклона между измельчающим рабочим органом и горизонтальными зубчатыми сегментами составляет от 30° до 32°; количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа равным $Z=9$; количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов равным $n=6$. Удельная энергоемкость технологического процесса составляет от 2,0 до 2,5 кВт·ч/т.

4. В результате экспериментальных исследований процесса измельчения стебельных кормов в прессованном виде определено, что основным фактором, влияющим на удельную энергоемкость, является производительность

измельчителя стебельных кормов. Рациональными конструктивно-технологическими параметрами при которых удельная энергоёмкость составляет от 2,0 до 3,0 кВт·ч/т являются: угловая скорость измельчающего рабочего органа, изменяющаяся в пределах от 3,2 до 4,6 с⁻¹; угол наклона между измельчающим рабочим органом и горизонтальными зубчатыми сегментами составляет от 30⁰ до 35⁰; количество зубчатых сегментов, расположенных по периметру измельчающего рабочего органа равным от 6 до 9; количество измельчающих двухплоскостных дугового профиля сегментов n равным от 7 до 9 при средневзвешенной длине частиц равным 50 мм, что соответствует зоотехническим требованиям по длине резке для КРС. Сходимость теоретических и экспериментальных результатов составляет 93-95 %.

5. Реализация предлагаемого измельчителя стебельных кормов в прессованном виде в сравнении с существующим ИРР-1М позволяет снизить удельные энергозатраты на 41,5 % и получить годовой экономический эффект в сумме 25111,35 рублей. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составляет 2,1 год.

6. На основании проведенных исследований разработана методика расчета измельчителя стебельных кормов в прессованном виде, позволяющая на стадии проектирования измельчителя получить численные значения конструктивно-технологических параметров, таких как: радиус измельчающего рабочего органа R , м; ширина горизонтального зубчатого измельчающего сегмента L , м; угловая скорость измельчающего рабочего органа, с⁻¹; производительность измельчителя, т/ч.

Рекомендации производству

Предложенная в работе конструктивно-технологическая схема измельчителя, а также параметры его рабочих органов могут быть использованы конструкторскими организациями при разработке технических средств для механизации животноводства в условиях МФХ.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Перспективным направлением совершенствования измельчителя стебельных кормов является перевод его на мобильную основу, с разработкой в нем устройств для самозагрузки материала в бункер измельчителя и регулировки длины фракций измельченного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. - М.:Наука,1976.- 280 с.
2. Алешкин В. Р., Роцин Н. М. Механизация животноводства / В.Р. Алешкин, Н.М. Роцин. - М.: Агропромиздат, 1985. -346 с.
3. Алешкин В.Р. Повышение эффективности процесса и технических средств механизации измельчения кормов: автореф. дис. ...канд. техн. наук 05.20.01/ Алешкин Владимир Романович: - Санкт-Петербург-Пушкин, 1995. -38 с.
4. Алешкин, В. Г. Измельчитель грубых кормов / В.Г. Алешкин, В.Г. Мохнаткин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1989.- № 11- С. 41-42.
5. А.с. 1790445 СССР, МПК А01F 29/00. Измельчитель кормов [Текст] / Андрусенко Б.И., Василенко В.И., Пастухов Б.К., Шамин А.А (СССР). – 3688635/30-15; заявлено 10.01.84; опубл. 15.05.85, Бюл. 18. – С. 2.
6. А.с. 1155190 СССР, МПК В 023 С 13/02. Измельчитель кормов [Текст] / Те Ю.Д., Фрик А.А., Василенко В.И.Пастухов Б.К., Шамин А.А., Жуковская Л.К. (СССР). – 4918940/33; заявлено 14.03.91; опубл. 23.01.93, Бюл. 3. – С. 2.
7. Барфаков, И. З. Анализ использования бункерных машин различных конструкций для выдачи стебельных кормов животным / И.З. Барфаков // - Труды Саратовского СХИ. -1984.- №1- С. 40-42.
8. Барфаков, И. З. Бункерные погрузчики-разгрузчики стебельных кормов. / И.З. Барфаков // Труды Саратовского СХИ. -1984.- №1- С. 40-42.
9. Башков А.Ф. Обоснование параметров и совершенствование рабочих органов двухроторного измельчителя грубых кормов открытого типа: автореф. дис. ...канд. техн. наук 05.20.01/ Башков Александр Федорович: - Рязань, 1985. -17 с.

10. Безин, А. С. Измельчение грубых кормов / А.С. Безин, Р.П. Пацер, Е.И. Резник // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1985.-№ 9 - С. 45-47.
11. Белянчиков Н. Н., Смирнов А. И. Механизация животноводства / Н.Н. Белянчиков, А.И. Смирнов - М.: Колос, 1983,- 360 с.
12. Гаврилов, М.Д. Раздатчик-измельчитель рулонной заготовки/ Гаврилов М.Д., Туманова М.И., Сысоев Д.П., Фролов В.Ю. // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых. Ответственный за выпуск: А.Г. Кощачев. 2016. с. 330-331.
13. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы // [www.rg.ru](http://www.rg.ru/pril/71/20/88/717_prg.pdf) URL:http://www.rg.ru/pril/71/20/88/717_prg.pdf (дата обращения: 30.01.2016).
14. Горячкин В. П. Теория соломорезки и силосорезки. Собрание сочинений / В.П. Горячкин .- М.: Колос, 1968.- Т.1.-508 с.
15. Дегтерев Г. П. Справочник по машинам и оборудованию для животноводства / Г.П. Дегтерев (2-е изд., перераб. и доп.) - М.: Агропромиздат, 1986. - 224 с., илл.
16. Дегтерев Г.П. Технологии и средства механизации животноводства: учебное пособие / Г.П. Дегтерев. - М.: Столичная ярмарка, 2010.-384 с.
17. Измельчитель РИК - 88 // <http://www.agro.ag/> URL: (дата обращения 15.11.16).
18. Измельчитель ИСН-1,8 // <http://www.panljaw.win/> URL: <http://www.panljaw.win/%D0%BC%D0%B0%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9/12541.html> (дата обращения 15.11.16).
19. Дмитриев В. Ф. Совершенствование рабочего процесса и обоснование параметров цилиндрического бункерного питателя - дозатора для поточных линий приготовления и раздачи кормов животным: автореф.

- дис. ...канд. техн. наук 05.20.01/ Дмитриев Владимир Федорович: - Саратов, 1986. -26 с.
20. Доценко, С.М. Раздатчик-измельчитель грубых кормов / С.М. Доценко, В.Ю. Фролов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1989.- №3 С. 56.
 21. Завалишин Ф. С., Манцев М. Г. Методы исследования по механизации сельскохозяйственного производства / Ф.С. Завалишин, М.Г. Манцев - М.: Колос, 1982. - 231 с.
 22. Завражнов А. И. Технологическое проектирование ферм и комплексов./ А.И. Завражнов. - Алма-Ата.: Казнар. 1982.- 282 с.
 23. Завражнов А. И., Николаев Д. И. Механизация приготовления и хранения кормов / А.И. Завражнов А. И., Д.И. Николаев - М.: Агропромиздат, 1990.- 335 с.
 24. Зингашин Б.Г.Повышение эффективности технических средств приготовления кормов в животноводстве на основе расширения технологических возможностей измельчителей: автореф. дис. ...канд. техн. наук 05.20.01/ Зингашин Булат Гусманович: - Казань, 2004. -33 с.
 25. Измельчитель соломы стационарный // <http://bobruiskagromach.com/> URL: <http://bobruiskagromach.com/ru/catalog/topmachinery-for-the-preparation/iss-180/> (дата обращения: 05.10.15).
 26. Измельчитель стационарный ИРР-1М // http://agrobases.ru / URL: https://www.agrobases.ru/catalog/machinery/machinery_f22d4b10-3a4d-48b6-9bc1-c61aa834578f/ (дата обращения: 05.10.15).
 27. Измельчитель - смеситель - раздатчик кормов ИСРК-12// <http://www.hozain.com/> URL: <http://www.hozain.com/47/> (дата обращения: 05.10.15).
 28. Измельчитель ИРК-145 // <http://bobruiskagromach.com/> URL: <http://bobruiskagromach.com/ru/catalog/topmachinery-for-the-preparation/irk-145> (дата обращения: 05.10.15).

38. Коваленко В.П. и др. Механизация животноводства: учеб. пособие / В.П. Коваленко, В.Ю. Фролов, Т.А. Сторожук, Д.П. Сысоев. – Краснодар, 2012. – 190 с.
39. Корбанев С.В. Совершенствование процесса смешивания кормов и обоснование параметров измельчителя-смесителя: автореф. дис. ...канд. техн. наук 05.20.01/ Корбанев Сергей Владимирович: - Благовещенск, 1999. -20 с.
40. Коновалов, В.В. Оптимизация частоты вращения дисковой плющилки зерна / В.В. Коновалов, В.П. Терюшков, А.В. Чупшев, М.А. Терехин // Нива Поволжья.- 2017.- №3(44).- С.106-113. Кутлембетов А. А., Игнатенко И. Ф
41. Коновалов, В.В. Обоснование направления совершенствования зоны загрузки устройства прессования материала / В.В. Новиков, Д.Р. Ермолаева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - № 3(35). - С. 179-184.
42. Косолапов, Е.В. Совершенствование и повышение эффективности технологического процесса приготовления и раздачи грубых кормов на фермах крупного рогатого скота / П.Н. Солонщиков, Е.В. Косолапов // Вестник НГИЭИ.- 2018.- №5(84).- С.54-66.
43. Кулаковский И.В. и др. Машины и оборудование для приготовления кормов. Ч.II: Справочник/ И.В. Кулаковский, Ф.С. Кирпичников, Е.И. Резник. - М.: Росагропромиздат , 1988.-286 с.: ил.
44. Кутлембетов, А. А. Машины для раздачи прессованных грубых кормов / А.А. Кутлембетов, А.Д. Милев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1988, № 6.- С.39.
45. Лебедев, А.Т. Ресурсосберегающие направления повышения надежности и эффективности технологических процессов в АПК: монография / Ставрополь.-2012.-376 с.
46. Леонтьев П. И. и др. Технологическое оборудование кормоцехов / П.И. Леонтьев и др. - М.: Колос, 1984.- 157 с., илл.

47. Лесниковский, А. И. Оценка машин по обобщенному критерию качества / А.И. Лесниковский, Т.И. Сенченко // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1984.- № 3.- С. 56-58.
48. Матусевич Б. Е. Машины и оборудование ферм для откорма крупного рогатого скота / Б.Е. Матусевич. - М.: Россельхозиздат, 1983.- 63 с.
49. Мельников С. В. Поточные линии в животноводстве и кормопроизводстве: Учебное пособие для слушателей ФПК/ С.В. Мельников. - Л.: СХИ, 1981.- 46 с.
50. Мельников С. В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. - 2-е изд., перераб., доп./ С.В. Мельников . -Л.: Агропромиздат. Ленингр. Отд-ние, 1985.- 640 с.
51. Мельников С. В. и др. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. /С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Рошин. - 2-е изд., перераб, и доп. -Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1980. - 168 с, илл.
52. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. - М.: ВНИИВИ, 1983,- 150 с.
53. Методика экономической оценки технологий и машин в сельском хозяйстве. Под ред. Драгайцева В.И. Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства.- Москва, 2010, -146 с.
54. Методические рекомендации по расчету и проектированию технологического и машинного переоснащения предприятий по производству молока и говядины // file:///L:/Vinnikov_Recomendacii_2009.pdf (дата обращения 27.06.2018).
55. Мохнаткин В. Г. Совершенствование конструкций и оптимизация параметров измельчителей грубых кормов для поточных линий

- кормоперерабатывающих предприятий: автореф. дис. ...канд. техн. наук 05.20.01 Мохнаткин Владимир Григорьевич. - Киров, 1986.-25 с.
56. Назаров С. И. и др. Измельчитель тюков. Описание изобретения к а. с. N 912113. - Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки. Официальный бюлл. Госкомизобретений. ЦНИИПИ, 1982, № 39.
57. Нож для круглых рулонов // <https://www.industriehof.ru/> URL: <https://www.industriehof.ru/ru/catalogue/c7/c3128/c3142/c3151/a85-217/> (дата обращения 15.11.16).
58. Новая техника для агропромышленного комплекса. -М.:Информагротех., 1994,- 316 с.
59. Оськин С.В. Автоматизированный электропривод Учебное пособие / С.В. Оськин. - М: СХИ, 2014.- 346 с.
60. Пат. 2490880 Российская Федерация МПК А01F 29/00.Раздатчик-измельчитель стебельчатого корма [Текст] / Н.В. Повалихин, В.К. Скоркин, В.Н. Кустова; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации животноводства Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии). № 2012107556/13; заявл. 28.02.2012; опуб.27.08.2013, Бюл.№24. С. 3.
61. Пат. 2444184 Российская Федерация МПК А01F 29/00.Измельчитель-раздатчик прессованных кормов [Текст] / А.А. Артюшин, Измайлов А.Ю., Резник Е.И. и другие; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации животноводства Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии). № 2010138011/13; заявл. 28.02.2012; опуб. 10.03.2012 Бюл. № 7. С. 3.
62. Пат. 2311752 Российская Федерация МПК А01F 29/00.Измельчитель-раздатчик стебельчатых материалов [Текст] /В.И. Стяжкин; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Научно-

- технический центр "ФЕРММАШ" (ООО "НТЦ ФЕРММАШ"). № 2005127452/12,; заявл. 28.02.2012; опуб. 10.12.2007 Бюл. № 34. С. 3.
63. Пат. 2430506 Российская Федерация МПК А01F 29/00. Измельчитель корма, сформированного в рулоны / Н.В. Повалихин, О.Л. Андрюхина, В.К. Скоркин, Иванов Ю.А.; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации животноводства Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии). № 2010109152/21; заявл. 28.02.2012; опуб. 10.10.2011 Бюл. № 28. С. 3.
64. Пат. 2114525 Российская Федерация МПК А01F 29/00. Измельчитель кормов [Текст] / М.А. Тищенко, А.Г. Сергиенко, В.И. Суворов; заявитель и патентообладатель Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства. № 95117272/13; заявл. 10.10.1995; опуб. 10.07.1998. С. 3.
65. Пат.2530811 Российская Федерация МПК А01К 5/02.Раздатчик-измельчитель рулонных тюков [Текст] / В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ. №201322009/13; заявл.13.05.2013; опуб.10.10.2014, Бюл.№28. С. 3.
66. Пат. 163827 Российская Федерация МПК А01F 29/00.Режущий сегмент измельчителя кормов [Текст] / В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова и другие; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ. №2015154361/13; заявл.17.12.2015; опуб.10.08.2016, Бюл.№22.
67. Пат.2542120 Российская Федерация МПК А01К 5/02.Раздатчик-измельчитель рулонных тюков [Текст] / В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ. №2013147262/13; заявл.22.10.2013; опуб.20.02.2015, Бюл.№5. С. 3.

68. Пат.2581488 Российская Федерация МПК А01К 5/02.Раздатчик-измельчитель корма, сформированного в рулоны [Текст] / В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ. №201511794/13; заявл.13.05.2015; опуб.24.03.2016, Бюл.№28. С. 3.
69. Пахомов В.И. и др. Проектирование и расчет технологических линий подготовки и раздачи кормосмесей дифференцированного состава многофункциональными агрегатами. Изд. 2-е, перераб. и доп. Зерноград: ГНУ СКНИИМЭСХ Россельхозакад., 2013,219 с.
70. Постановление главы администрации (губернатора) Краснодарского края от 05.10.2015 N 944 "Об утверждении государственной программы Краснодарского края "Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия" // <http://www.consultant.ru/> /URL: <http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW177&n=140195&dst=107591#09658959824587199> (дата обращения: 05.10.17).
71. Поспелов В. Г. и др. Анализ эффективности средств механизации технологических линий на откормочных площадках крупного рогатого скота на 20 тыс. голов/ В.Г. Поспелов и другие // Пути совершенствования механизации животноводства. Сб. научн. тр. ВНИПТИМЭСХ. Зерноград, 1981, с. 3-12.
72. Проблемы комплексной механизации производства, приготовления и раздачи кормов: // Сб. научн. тр. / ВНИПТИМЭСХ: Редкол. М. С. Рунчев, Э. И. Липкович, В. П. Коваленко и др. Зерноград. 1984, с. 169, илл.
73. Протокол N 08-11-80 /1280910) государственных испытаний модификации измельчителя грубых кормов в тюках и рулонах ИТР-165 для измельчения кормов повышенной влажности. Казахская МИС. 1980.

74. Размотчик-измельчитель-раздатчик РИФ-350 // <http://agrozoо.ru> /URL: http://agrozoо.ru/base_gvc/meh/modif/37331.html (дата обращения: 05.10.15).
75. Разматыватель рулонов RBA // <https://agroserver.ru> URL: <https://agroserver.ru/b/razmatyvatel-rulonov-razdatchik-kormov-603049.htm> (дата обращения: 05.10.15).
76. Ревенко, И. И. Оценка качества работы машин для измельчения кормов И.И. Ревенко и др. // Сб. научн. тр. /Всесоюзн. н.-иссл. ин-т мех. жив.-ВНИИМЖ, 1981.- С. 215-230.
77. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов /Н.Е. Резник. - М.: Россельхозиздат, 1975.-230 с.
78. Резник Е.Н. Машины и оборудование для обработки грубых кормов (Библиотечка механизатора-животновода).М.:Россельхозиздат,1984.- С.12-13.
79. Резник Е.И. и др. Предпосылки к разработке погрузчика-измельчителя грубых кормов с повышенной степенью измельчения. - Тезисы научно-технической конференции ВНИИКОМЖ. М.: ОНТИ, 1982, с. 53.
80. Резник Е. И., Алябьев Е. В. Механизация приготовления кормов на животноводческих фермах и комплексах / Е.И. Резник, Е.В. Алябьев - М.: ВНИИТЭИСХ, 1983.- 60 с.
81. Резник Е. И. Малым фермам - совершенную кормоприготовительную технику / Е.И. Резник //Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1986.- № 8.-с.16
82. Резник, Е. И. Основные тенденции развития конструкций бункерных измельчителей кормов / Е.И. Резник //Тракторы и сельскохозяйственные машины.- 1985.- N 6.- С. 51-55.
83. Резник, Е. И.Оценка качества измельчения грубых кормов / Е.И. Резник // Тракторы и сельскохозяйственные машины. -1987. -№4, с. 28-29.
84. Резник Е. И. Универсальная техника для обработки кормов / Е.И. Резник // Кормопроизводство.- 1986.-№5.- С. 40-44.

85. Роцин П. М., Агеев Л. Е., Андреев П. В. и др. Эксплуатация технологического оборудования животноводческих ферм и комплексов / П.М. Роцин, Л.Е. Агеев, П.В. Андреев и другие. - Под ред. С. В. Мельникова. - М.: Колос, 1980, с. 287.
86. Рыжков С. В. Комплект оборудования кормоцеха КОРК-15 / С.В. Рыжков - М.: Агропромиздат, 1985. -128 с.
87. Рыжков С. В. Механизация переработки соломы на корм / С.В. Рыжков - М.: Колос, 1983.- 234 с.
88. Сергиенко А.Г. Совершенствование процесса подготовки грубых кормов и подстилки измельчителем с наклонным вращающимся бункером: автореф. дис. ... канд.тех.наук: 05.20.01/ Сергиенко Александр Григорьевич.- Зерноград, 2001.-19 с.
89. Сарбатова Н.Ю. Совершенствование процесса приготовления и раздачи грубых кормов рулонной заготовки: автореф. дис. ... канд.тех.наук: 05.20.01/ Сарбатова Наталья Юрьевна.- Нальчик, 2006.-22 с.
90. СТО АИСТ 19.2-2008 Сельскохозяйственная техника. Машины и оборудование для приготовления кормов. Порядок определения функциональных показателей. – Мн: Минсельхозпрод, 2010. –Введ. 10.12.2010г. – 48 с.
91. Сыроватка В. И., Демин, А. В. Джалилов А. Х. Механизация приготовления кормов / В.И. Сыроватка, А.В. Демин, А. Х. Джалилов- М.: Агропромиздат, 1985.- 340 с.
92. Совершенствование технологий и технических средств производства в животноводстве. - Сборник научных трудов. - Зерноград. ВНИПТИМЭЭСХ. 1988.- 220 с.
93. Стратегия социально-экономического развития до 2020 года // [URL:http://2020strategy.ru/data/2012/03/14/1214585998/1itog.pdf](http://2020strategy.ru/data/2012/03/14/1214585998/1itog.pdf) (дата обращения 15.11.16).

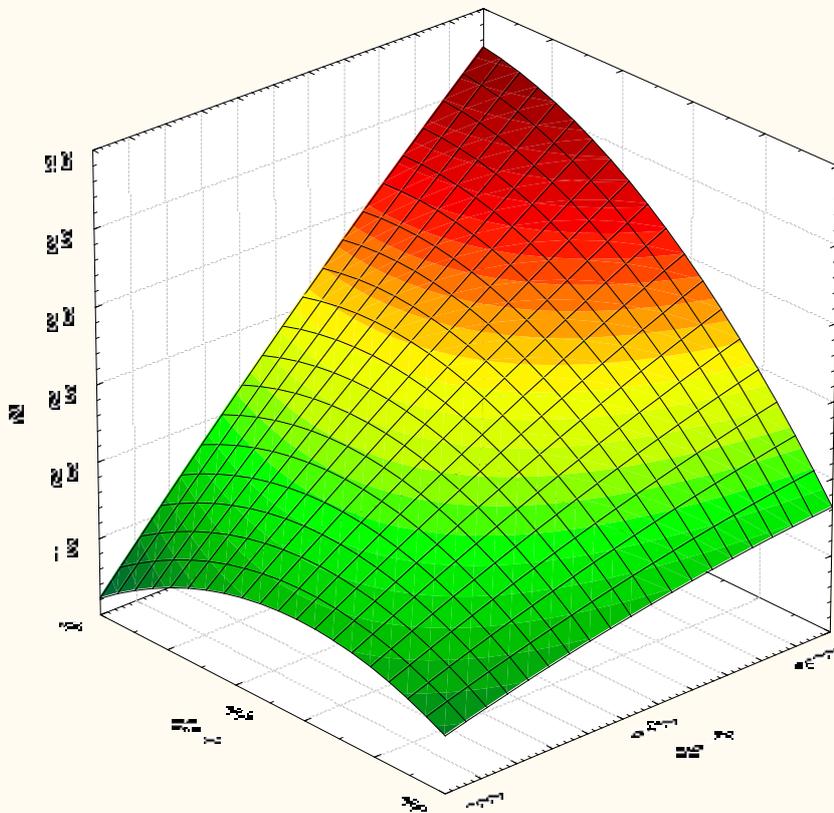
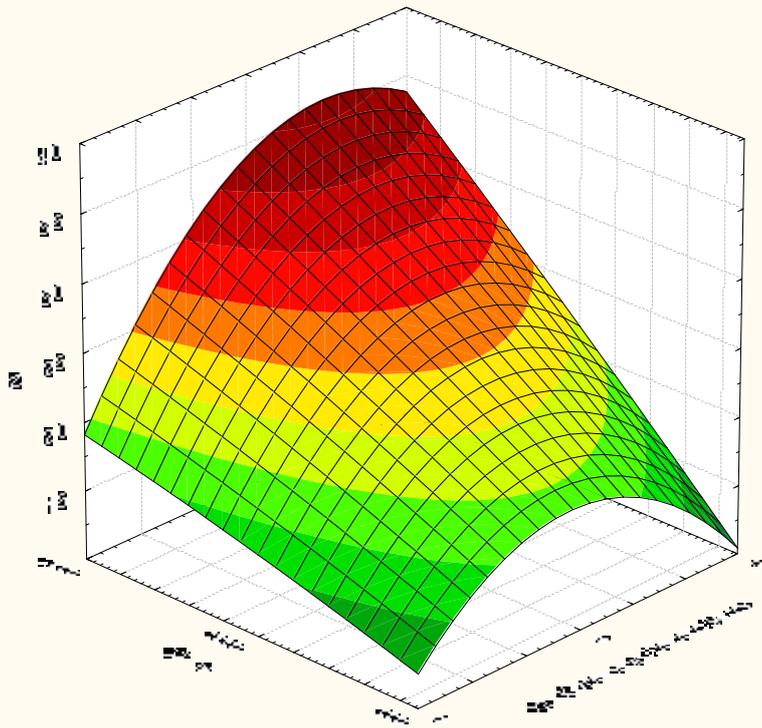
94. Сысоев Д.П. Параметры раздатчика-смесителя кормов для малых ферм крупного рогатого скота: автореф. дис. ... канд.тех.наук: 05.20.01/ Сысоев Денис Петрович.- Ростов-на Дону, 2011.-25 с.
95. Тареев Г.М. Классификация и анализ измельчающих аппаратов кормоуборочных машин / Г.М. Тареев – Саратов: Труды, 1982.-236 с.
96. Технологические линии и оборудование для приготовления кормов в хозяйствах. - М.: Информагротех, 1992, -52 с.
97. Трубилин, Е.И., Белоусов С.В., Лепшина А.И. Экономическая эффективность отвальной обработки почвы разработанным комбинированным лемешным плугом. / Е.И. Трубилин, С.В. Белоусов, А.И. Лепшина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №103. С. 35 – 39. – IDA [article ID]: 1031409040. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/40.pdf>
98. Туманова М.И. Совершенствование измельчающих рабочих органов машин по приготовлению и раздаче кормов [Текст] // Молодой ученый.- 2016. № 1 (105). - С.279-282.
99. Туманова, М.И. Совершенствование средств по приготовлению и раздаче кормов рулонной заготовки / М.И. Туманова, М.Д. Гаврилов // Эффективное животноводство. -2015. -№ 10 (119), -С.20-21.
100. Туманова, М.И. К вопросу по совершенствованию технических средств измельчения прессованных грубых кормов / М.И. Туманова // В сборнике: Инновационные тенденции развития российской науки материалы X Международной научно-практической конференция молодых ученых, посвященной Году экологии и 65-летию Красноярского ГАУ. 2017. С. 191-193.
101. Туманова М.И., Сысоев Д.П., Фролов В.Ю., Повышение эффективности процесса измельчения грубых кормов / М.И Туманова, Д.П. Сысоев, В.Ю. Фролов // В сборнике: Инновационная деятельность в модернизации

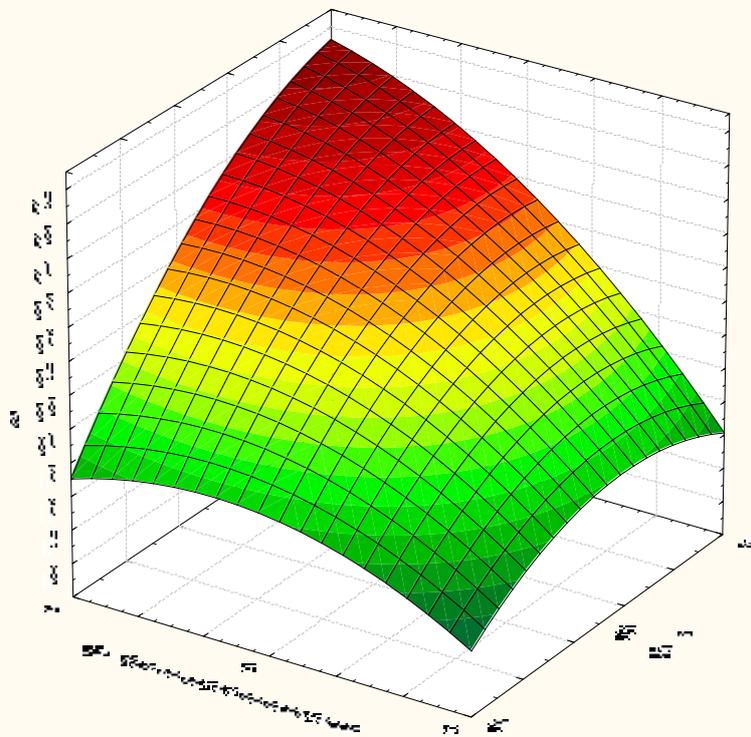
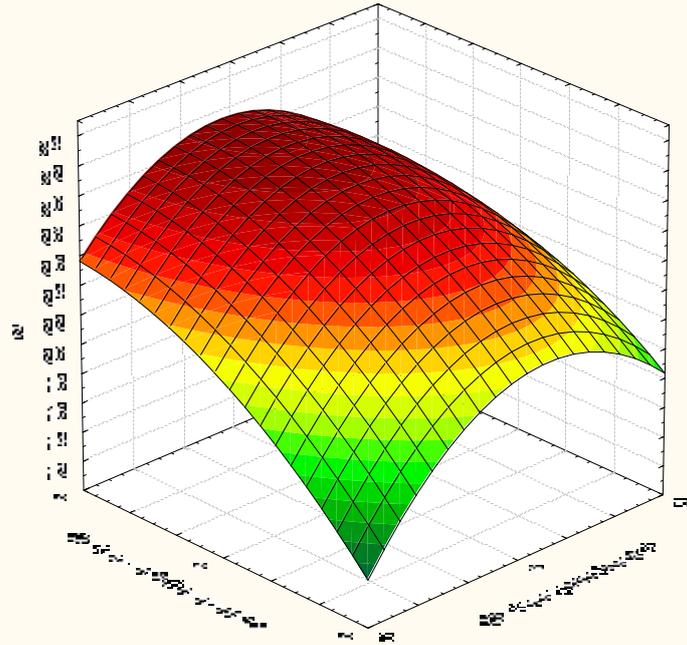
- АПК материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях. 2017. С. 376-378.
102. Федоренко И.Я., Садов В.В. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве: учебное пособие /И.Я. Федоренко, В.В. Садов.- СПб: «Лань», 2012. -296 с.
 103. Федоренко И.Я., Садов В.В. Техника и технологии в животноводстве учебное пособие /И.Я. Федоренко, В.В. Садов.- Барнаул: АГАУ, 2014. - 214 с.
 104. Фицев А. И., Воронкова Ф. В. Современные тенденции в развитии кормопроизводства / А.И. Фицев, Ф.В. Воронков - М.: Информагротех, 1994.- 12 с.
 105. Фоменко, Д.П. Аналитические зависимости, полученные в результате исследований и их анализ / Д.П. Фоменко, М.И. Туманова // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко. Отв. за вып. А. Г. Кощаев. 2017. С. 644-645.
 106. Фролов В.Ю., Коваленко В.П., Сысоев Д.П. «Комплексная механизация свиноводства и птицеводства»: учебное пособие / В.Ю.Фролов, В.П. Коваленко, Сысоев Д.П.– СПб.: Издательство «Лань», 2016 г. – 176 с.
 107. Фролов, В.Ю. Раздатчик-измельчитель кормов рулонной заготовки [Текст] / В.Ю. Фролов, М.И. Туманова // Сельский механизатор. – 2015. - № 2. – С.40.
 108. Фролов, В.Ю. Совершенствование технологий и технических средств приготовления и раздачи грубых кормов из рулонов / В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И.Туманова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2014. -№ 99, -С.234-243.
 109. Фролов В.Ю. Анализ факторов, влияющих на оптимальные конструктивно-режимные параметры раздатчика-измельчителя/ Фролов

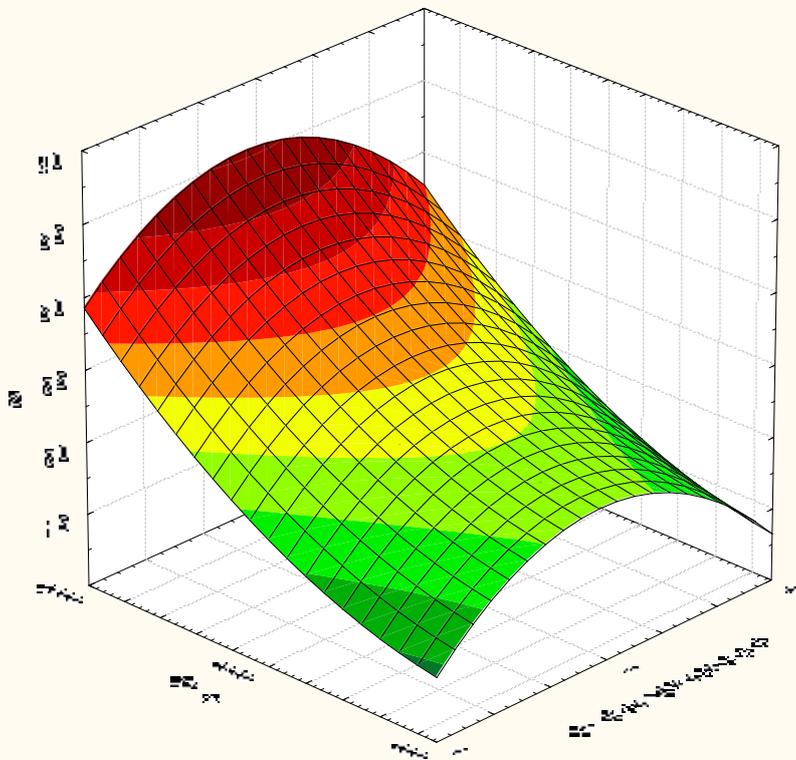
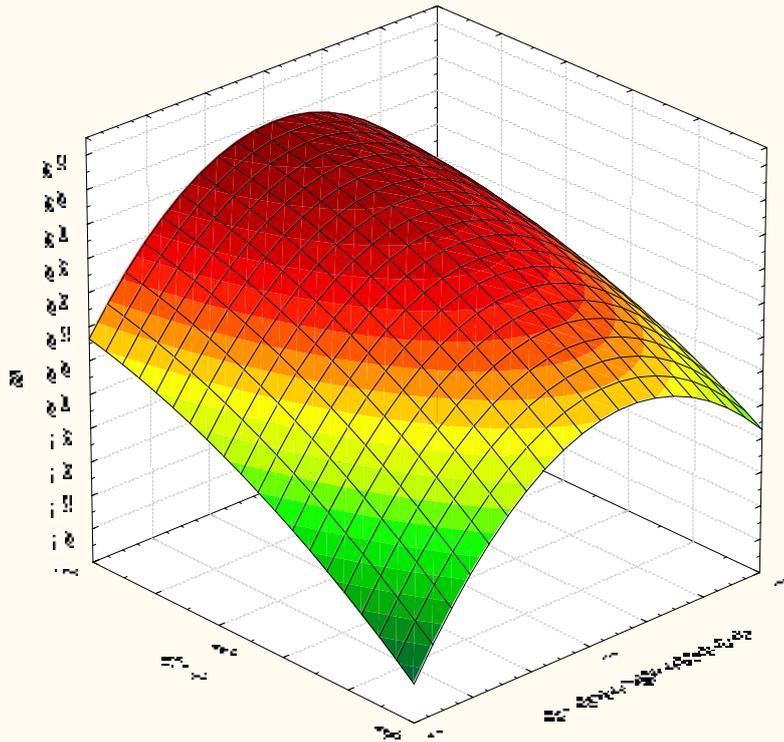
- В.Ю., Туманова М.И.// В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Ответственный за выпуск: А.Г. Коцаев. 2016. С. 260-261.
110. Фролов, В.Ю. Классификация раздатчиков -измельчителей кормов / В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова // Техника и оборудование для села. -2015. -№ 7, -С.18-20.
111. Фролов, В.Ю. Раздатчик-измельчитель грубых кормов [Текст] / В.Ю. Фролов, Д.П.Сысоев, М.И. Туманова // Сельский механизатор. – 2014. - № 3(61). – С.24-25.
112. Фролов, В.Ю. К вопросу приготовления и раздачи грубых кормов рулонной заготовки / В.Ю. Фролов, М.И. Туманова // Труды КубГАУ. - 2013.- №2. -С.179-182.
113. Фролов, В.Ю. Повышение эффективности технологического процесса приготовления и раздачи грубых кормов, сформированных в рулоны [Текст] / В.Ю. Фролов , М.И. Туманова // Труды КубГАУ.-2013.-№ 3 (42). -С.190-194.
114. Фролов, В.Ю. Теоретические аспекты процесса приготовления и раздачи грубых кормов из рулонов /В.Ю. Фролов, М.И. Туманова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. -2014. -№ 101, -С.2133-2143.
115. Хазанов Е.Е., Гордеев В.В., Хазанов В.Е. «Технология и механизация молочного животноводства: учебное пособие / Е.Е. Хазанов, В.В. Гордеев, В.Е. Хазанов – СПб.: «Лань», 2016 г. - 352 с.
116. Шашков В.Б. Прикладной регрессионный анализ (многофакторная регрессия): Учебное пособие. / В.Б. Шашков. - Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, 2003. - 363 с.
117. Экономическая оценка конструкторской части дипломных проектов, выполняемых на факультете механизации // <https://kubsau.ru> URL: [/https://kubsau.ru/upload/iblock/5c4b46547b41e764fccb096df2a25802.doc](https://kubsau.ru/upload/iblock/5c4b46547b41e764fccb096df2a25802.doc) (дата обращения: 05.10.17).

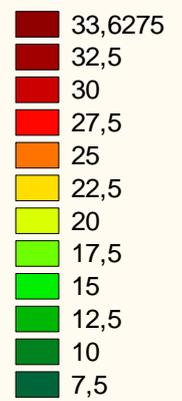
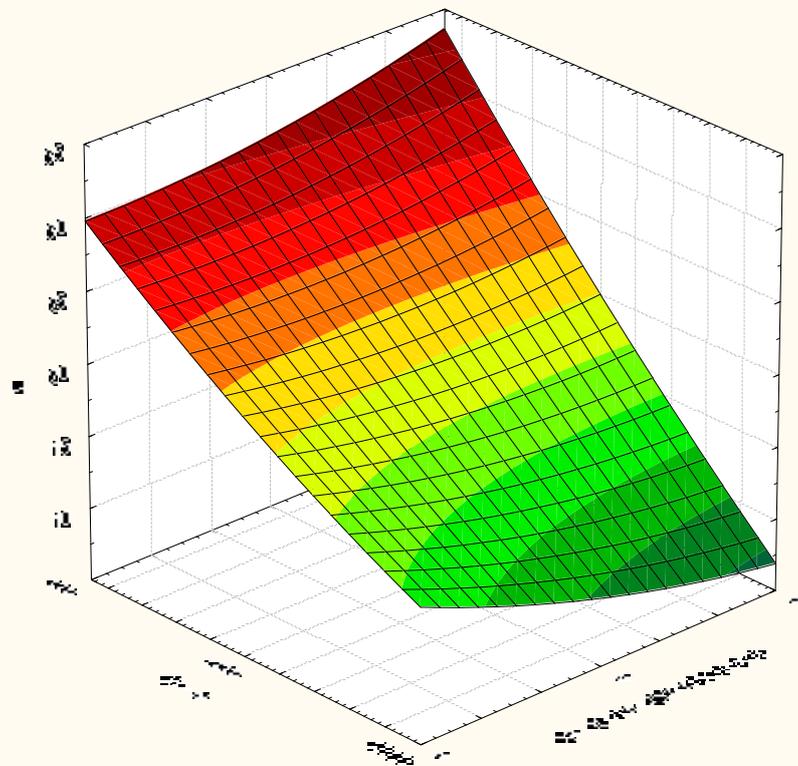
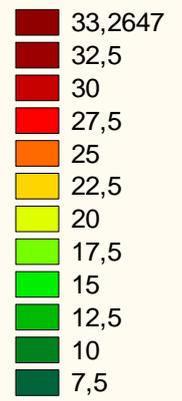
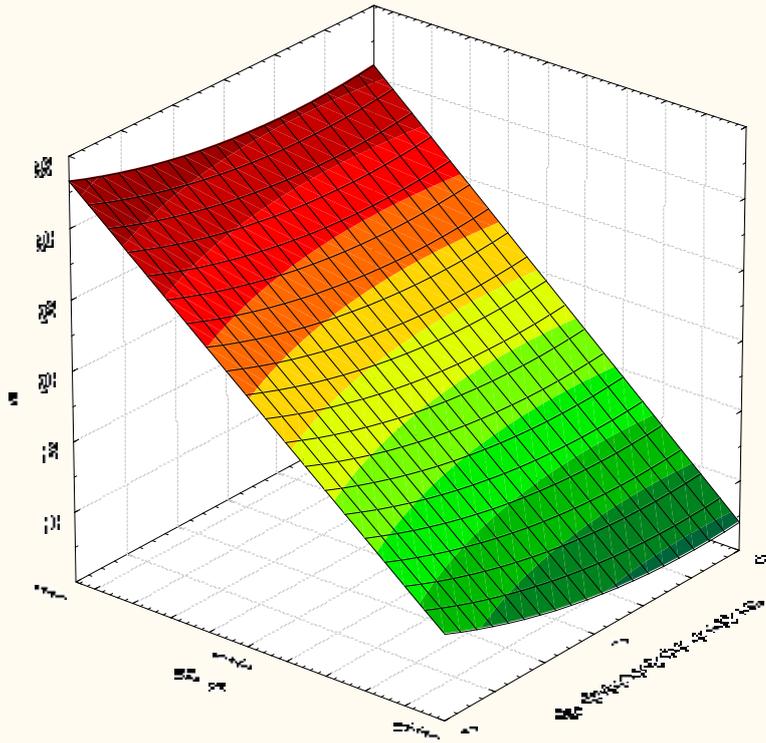
118. Haltunga - technik filr dir Rinder - und Sweine - Preduktlen. Agrartechnik, N 12, 1984, p 544-550.
119. Hanraham T. Anti-nutrition factors in feed ingredients // Pig Internat. 1987. Vol. 17. 3. P. 40-41.
120. Leibetseder J. Uber die Bedeutung der Mahlfeinheit und Pelletgrosse fur Futteraufnahme, Verdaulichkeit und Gesundheitsstatus bei Shin und Geflugel //Ubers Tierernahr.1987. Bd 15. 2. P. 135-151.
121. Frolov V.Yu., Sysoev D.P., Tumanova M.I. Improvement of the livestock production efficientcy // British Journal of Innovation in Science and Technology. 2016. T. 1. № 1. P. 25-34.
122. Efficient Feeding [http://www.delaval.ru/](http://www.delaval.ru/URL:www.delaval.ru/Global/PDF/Efficient-feeding.pdf/) URL: www.delaval.ru/Global/PDF/Efficient-feeding.pdf/ (дата обращения 08.08.2016).
123. Feeding Cows for Profit // <http://jlmissouri.com/> URL: <http://jlmissouri.com/wp-content/uploads/2013/03/Feeding-Cows-for-Profit.pdf>(дата обращения 08.08.2016).

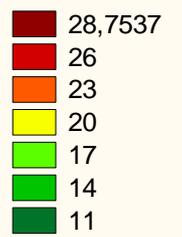
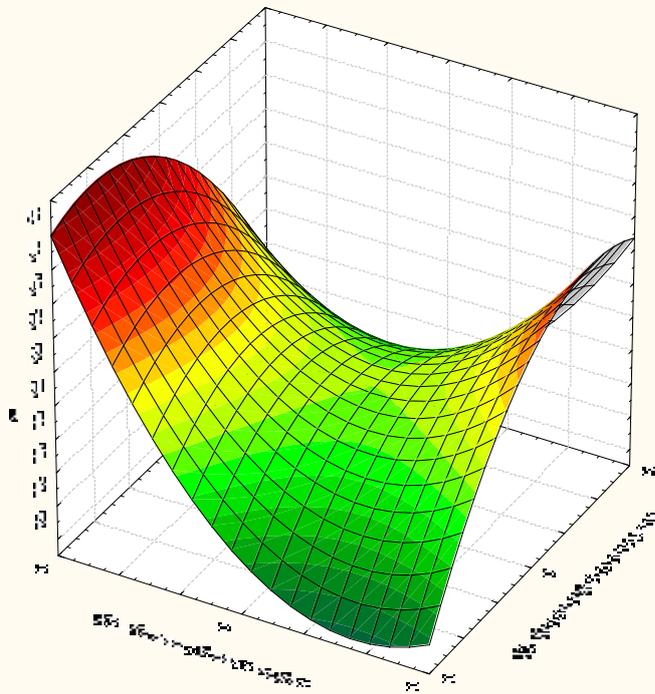
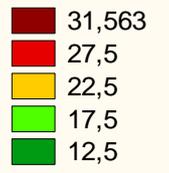
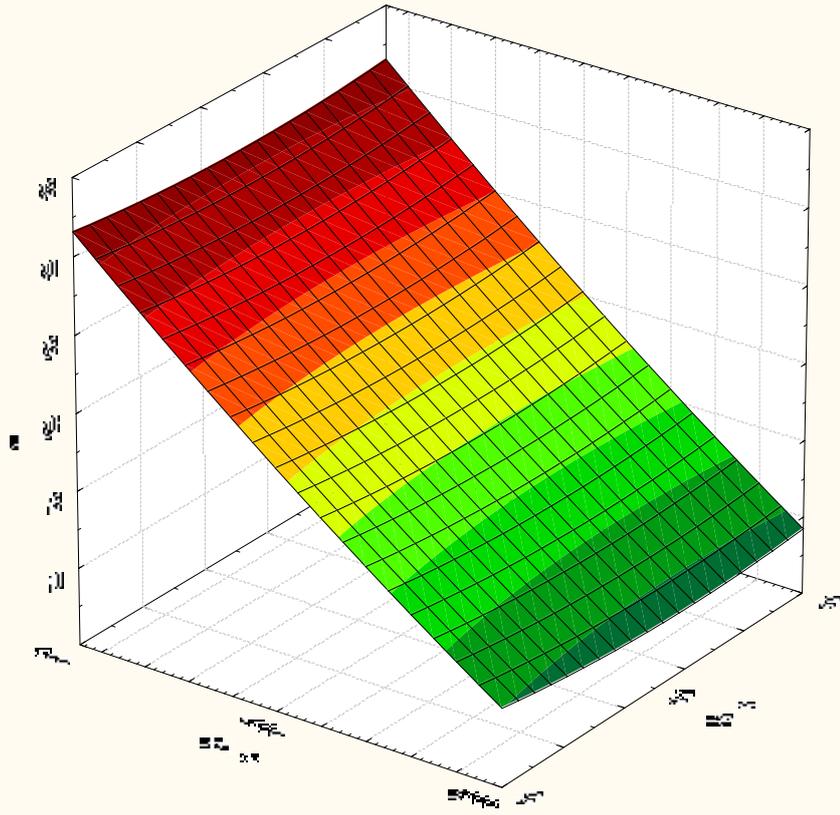
ПРИЛОЖЕНИЯ

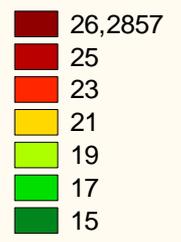
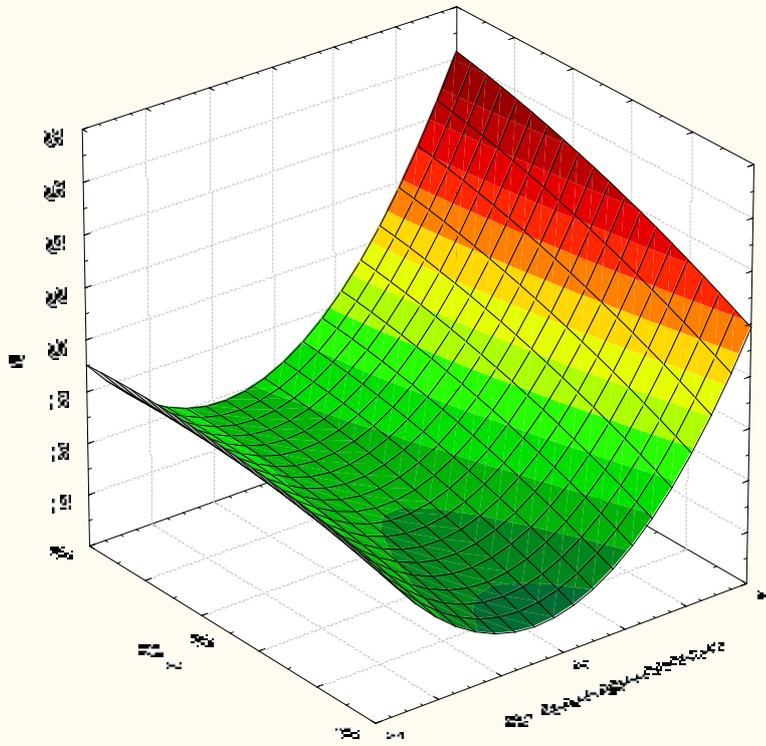
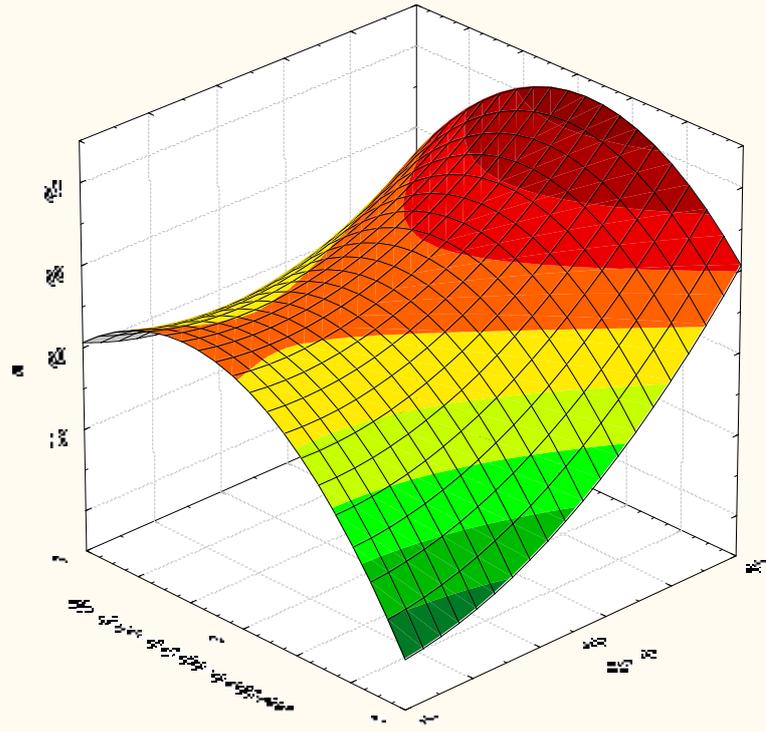


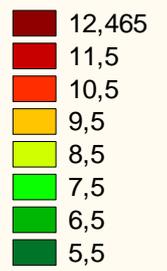
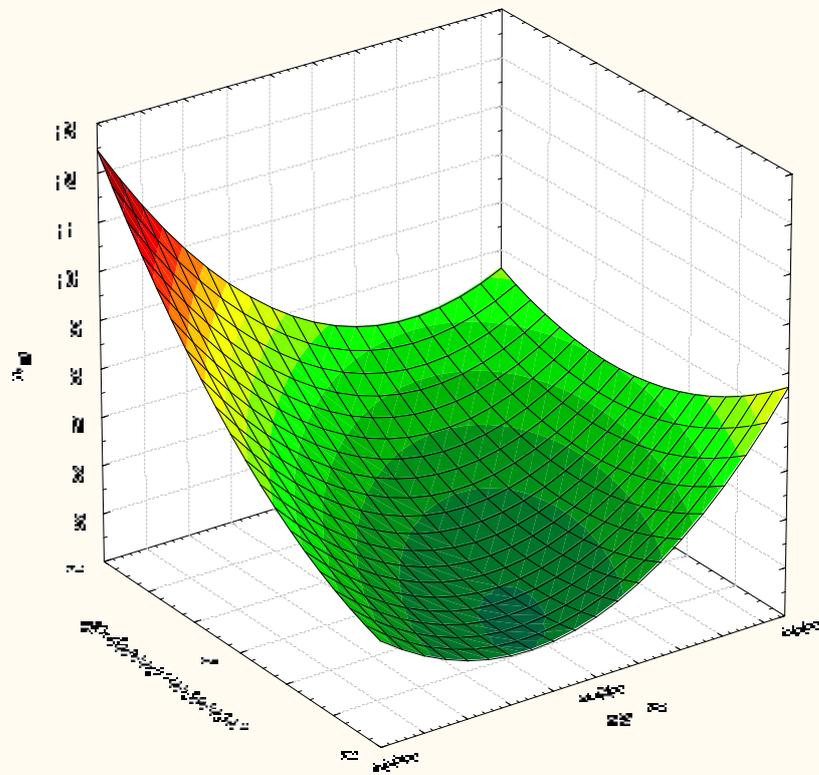
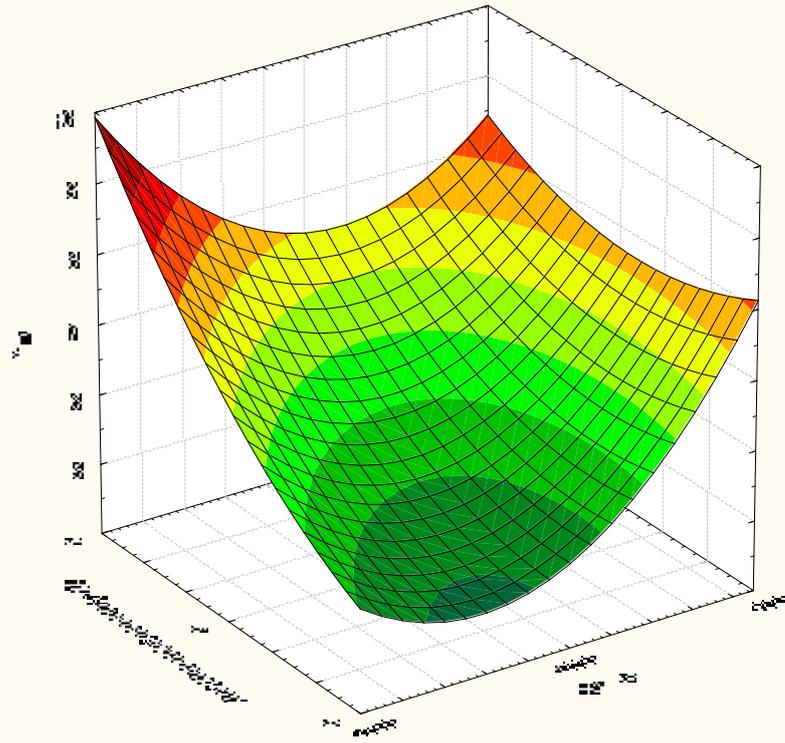


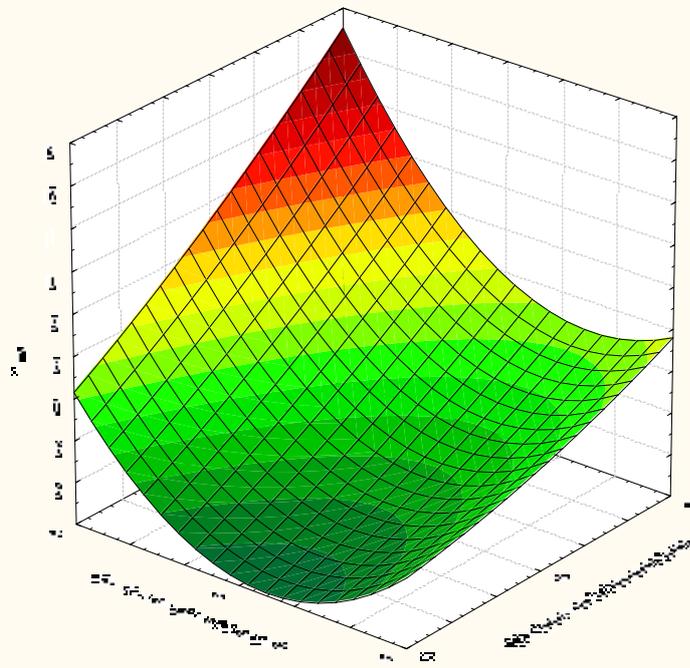
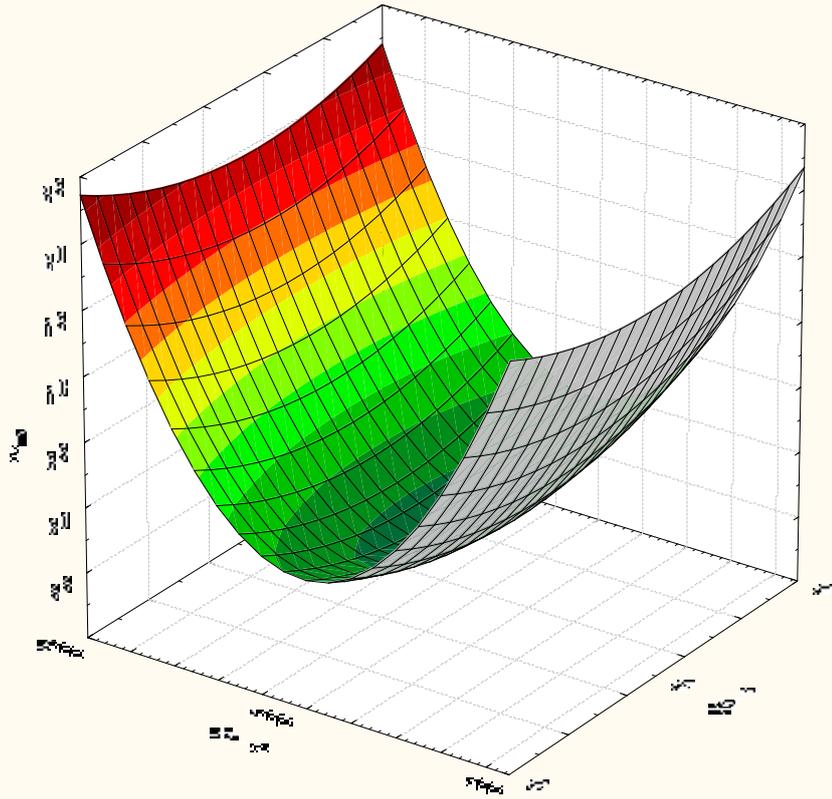


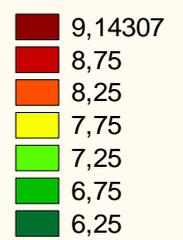
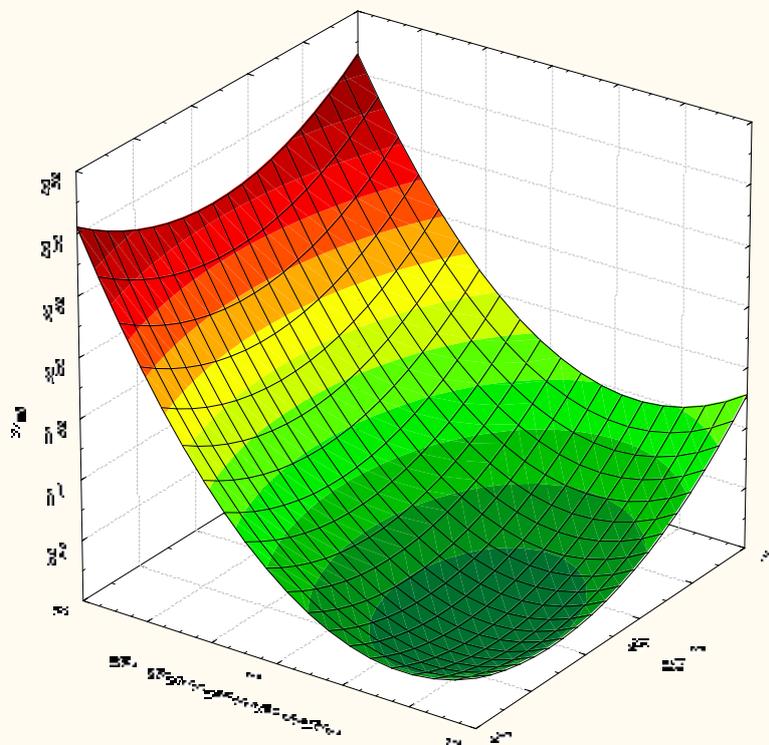
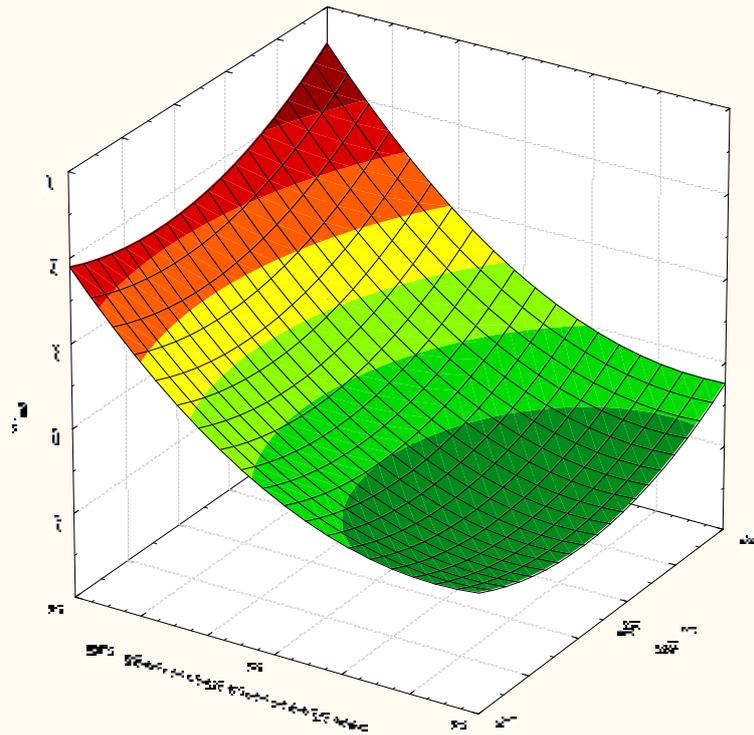












**Методика расчета конструктивно-технологических параметров
измельчителя стебельных кормов в прессованном виде**

Показатели	Расчетные формулы	Условные обозначения
1	2	3
Производительность измельчителя, т/ч	$Q = 3,6 \cdot \frac{1}{8} R^2 n L \sin \alpha \rho \omega_2 (1 - \varepsilon)$	<p>ω- угловая скорость измельчающего рабочего органа, c^{-1};</p> <p>R - радиус измельчающего рабочего органа, м;</p> <p>n - количество ножей;</p> <p>L – ширина криволинейного ножа, м;</p> <p>ρ – плотность материала рулона, $кг/м^3$;</p> <p>α-угол наклона криволинейного ножа к поверхности измельчающего рабочего органа;</p> <p>ε- коэффициент проскальзывания рулона относительно измельчающего рабочего органа, $кДж/кг$.</p>
Количество ножей измельчающего рабочего органа	$n = \frac{8Q}{R^2 \cdot 3,6 L \sin \alpha \rho \omega_2 (1 - \varepsilon)}$	<p>ω- угловая скорость измельчающего рабочего органа, c^{-1};</p> <p>R - радиус измельчающего рабочего органа, м;</p> <p>Q – производительность измельчителя, т/ч;</p> <p>L – ширина криволинейного ножа, м;</p> <p>ρ – плотность материала рулона, $кг/м^3$;</p>

1	2	3
		<p>α-угол наклона измельчающего зубчатого элемента к поверхности измельчающего рабочего органа; град;</p> <p>ε- коэффициент проскальзывания рулона относительно измельчающего рабочего органа;</p> <p>n - количество ножей;</p>
Ширина криволинейного ножа	$L = \frac{8Q}{R^2 \cdot 3,6 n \sin \alpha \rho \omega_2 (1 - \varepsilon)}$	<p>ω_2- угловая скорость измельчающего рабочего органа, c^{-1};</p>
Угловая скорость измельчающего рабочего органа, c^{-1}	$\omega_2 = \frac{8Q}{R^2 \cdot 3,6 n L \sin \alpha \rho (1 - \varepsilon)}$	<p>R - радиус измельчающего рабочего органа, м;</p> <p>Q – производительность измельчителя, т/ч;</p> <p>L – ширина</p>
Радиус измельчающего рабочего органа, м	$R = \sqrt{\frac{8Q}{3,6 n L \sin \alpha \rho \omega_2 (1 - \varepsilon)}}$	<p>криволинейного ножа, м;</p> <p>ρ – плотность материала рулона, $кг/м^3$;</p>
Мощность измельчителя, Вт	$N = 1,1 \cdot \delta \cdot \frac{h}{\sin \tau} \cdot r \cdot \delta_p \cdot (\cos \tau)^3 \cdot (1 + f' \cdot \operatorname{tg} \tau)$	<p>α-угол наклона криволинейного ножа к поверхности измельчающего рабочего органа; град;</p> <p>ε- коэффициент проскальзывания рулона относительно измельчающего рабочего органа;</p> <p>n – количество сегментов;</p> <p>δ-толщина остроты лезвия (20-40), мкм; h-высота снимаемого слоя, м;</p> <p>δ_p – нормальные (контактные) разрушающие напряжения, возникающие в перерезаемом слое, Па;</p>

1	2	3
		<p>ω_2-угловая скорость измельчающего рабочего органа, c^{-1}; f'-коэффициент скользящего резания; τ- угол резания, град</p>
Коэффициент сопротивления проскальзыва- нию	$C_v = \frac{1 - \varepsilon}{r}$	<p>ε – коэффициент проскальзывания (по опытным данным $\varepsilon = 0,8-$ $0,85$)</p>
Удельная энергоемкость, Вт·ч/т	$W_{уд} = \frac{1,1 \cdot \delta \cdot \frac{h}{\sin \tau} \cdot r \cdot \delta_p \cdot (\cos \tau)^3 \cdot (1 + f' \operatorname{tg} \tau)}{3,6 \frac{1}{8} \cdot R^2 \cdot n \cdot L \cdot \sin \alpha \cdot \rho \cdot (1 - \varepsilon)}$	<p>R - радиус измельчающего рабочего органа, м; n - количество ножей; L – длина активной части лезвия измельчающего зубчатого элемента, м; ρ – плотность материала рулона, $кг/м^3$; ε- коэффициент проскальзывания рулона относительно измельчающего рабочего органа; δ-толщина остроты лезвия (20-40), мкм; h-высота снимаемого слоя, м; δ_p – нормальные (контактные) разрушающие напряжения, возникающие в перерезаемом слое, Па; f'-коэффициент скользящего резания; τ-угол резания, град.</p>

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель министра сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края

М.Н. Тимофеев

«12» января 2015

**РЕШЕНИЕ**

Научно-технического совета

Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края по вопросу обсуждения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ выполняемых сотрудниками кафедры «Механизация животноводства и безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО Кубанского ГАУ им. И.Т. Трубилина в период с 2011 по 2020 гг. в рамках государственной программы НИР факультета механизации «Совершенствование ресурсосберегающих машинных технологий, надежности машин и использования машинно-тракторного парка» разделы «Разработка экологически безопасных механизированных технологий производства молока» № ГР01201153626 и «Разработка малотоннажных, ресурсосберегающих механизированных технологий производства продукции животноводства на предприятиях малых форм хозяйствования» № ЕГИСУ НИОКР 4А-А16-116022410038-8.

Докладчики: Сысоев Денис Петрович, к.т.н., доцент, Марченко Алексей Юрьевич, к.т.н., доцент, Туманова Марина Ивановна, аспирант, Класнер Георгий Георгиевич, аспирант, Журтов Алим Хасанович, соискатель, Горб Сергей Сергеевич, аспирант, Фролов Владимир Юрьевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой.

Заслушав и обсудив доклады Д.П. Сысоева, А.Ю. Марченко, М.И. Тумановой, Г.Г. Класнер, А.Х. Журтова, С.С. Горба экспертный научно-технический совет «Механизация» министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края

ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Считать проводимые в Кубанском ГАУ им. И.Т. Трубилина исследования по совершенствованию технологий и разработке адаптивных технических средств механизации приготовления и раздачи кормов для животноводческих предприятий различной специализации актуальными и имеющими важное народнохозяйственное значение для динамично-устойчивого развития аграрного сектора сельских территорий и социального роста уровня жизни населения.

2. Рекомендовать результаты научных исследований и сформулированные на их основе научные положения и рекомендации по совершенствованию технологий и разработке адаптивных технических средств механизации приготовления и раздачи кормов к внедрению во все категории животноводческих предприятий различной специализации Краснодарского края.

Председатель

С.И. Шаталов

Секретарь совета

С.С. Тимченко



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технических работ в высших учебных заведениях

Заказчик ЗАО «Ясенские зори» Ейского р-на
 (наименование организации)

 Горбанько Иван Иванович
 (Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, результаты работы

 Разработка экологически безопасных
 механизированных технологий производства молока, гос.рег.№ 0120115326
 (Наименование темы, № гос. регистрации)

выполненной КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
 (Наименование ВУЗа)

стоимость БЕЗ ОПЛАТЫ
 (Цифрами и прописью)

внедрены ЗАО «Ясенские зори» Ейского р-на
 (Наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

1. Вид внедренных результатов конструктивно-технологическая
 схема раздатчика-измельчителя рулонных тюков
 (Эксплуатация изделий, работы, технологии;
 производство изделий, работы, технологии, функционирование системы)

2. Характеристика масштаба внедрения ЕДИНИЧНОЕ
 (Уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

3. Форма внедрения:

Методика (метод) МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНЫХ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАЗДАТЧИКА-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ РУЛОННЫХ ТЮКОВ

4. Новизна результатов научно-исследовательских работ
 ПРИНЦИПИАЛЬНО-НОВЫЕ
 (Пионерские, принципиально-новые, качественно-новые, модификация, модернизация новых разработок)

патент № 2220567

5. Опытно-промышленная проверка _____
(Указать номер и дату актов)

ЖИВОТНОВОДЧЕСКАЯ ФЕРМА ХОЗЯЙСТВА

(испытаний, наименование предприятия, периода)

6. Внедрены:
- в промышленное производство ЖИВОТНОВОДЧЕСКАЯ ФЕРМА
- в проектные работы ---
(указать объект, предприятие)

7. Годовой экономический эффект ожидаемый 64200
ШЕСТЬДЕСЯТ ЧЕТЫРЕ ТЫСЯЧИ ДВЕСТИ РУБЛЕЙ/ руб.
(от внедрения в проект)

фактический --- руб.

в том числе доленое участие --- руб.
(%, цифрами и прописью)

8. Удельная экономическая эффективность внедренных результатов
1 РУБ./1 РУБ. 65 КОП/ руб./руб.

9. Объем внедрения _____
что составляет _____ % от объема внедрения

положенного в основу расчета гарантированного экономического эффекта, рассчитанного по окончании НИР ($\text{Э}_{\text{ГЛР}} =$ _____ руб.), а при этапном внедрении $\text{Э}_{\text{ГЛР}} =$ _____ руб. при заключении договора.

10. Социальный и научно-технологический эффект _____

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ

(Охрана окружающей среды, недр, улучшение и оздоровление условий

труда, совершенствование структуры управления, научно-технических

направлений, специальные направления и т.д.)

От ВУЗа
Исполители НИР
В.Д. ФРОЛОВ
Д.П. СЫСОВ
М.И. Туманова

От предприятия
Гл. инженер
М.И. Гонтарь
Управляющий
И.И. Горбанько

СОГЛАСОВАНО
Ректор (проректор) КубГАУ
ПРОФЕССОР

А.И. Гробилин

"27" октября 2015 г.
М.П.



УТВЕРЖДАЮ
Руководитель организации

И.И. Дорошенко

27 октября 2015 г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
технических работ в высших учебных заведениях

Заказчик КФХ «ДОРОШЕНКО И.И.»
(наименование организации)

ДОРОШЕНКО ИРИНА ИВАНОВНА
(Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, результаты работы _____

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ РАЗДАТЧИКА-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ПРЕССОВАННЫХ
КОРМОВ В РУЛОНАХ

(Наименование темы, № гос. регистрации)

выполненной КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(Наименование ВУЗа)

стоимость БЕЗ ОПЛАТЫ
(Цифрами и прописью)

внедрены В КФХ «ДОРОШЕНКО И.И.» ШЕРЕВИНОВСКОГО РАЙОНА
(Наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

1. Вид внедренных результатов ЭКСПЛУАТАЦИЯ
(Эксплуатация изделий, работы, технологии;

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СОЛОМЫ
производство изделий, работы, технологии; функционирование системы)

2. Характеристика масштаба внедрения ЕДИНИЧНОЕ

(Уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

3. Форма внедрения:

Методика (метод) МЕТОДИКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ

4. Новизна результатов научно-исследовательских работ _____

ПРИНЦИПИАЛЬНО-НОВЫЕ

(Пионерские, принципиально-новые, качественно-новые, модификация, модернизация новых разработок)

Приложение 3

5. Опытно-промышленная проверка _____
(Указать номер и дату актов)

ЖИВОТНОВОДЧЕСКАЯ ФЕРМА ХОЗЯЙСТВА
(испытаний, наименование предприятия, период)

6. Внедрены:
- в промышленное производство ЖИВОТНОВОДЧЕСКАЯ ФЕРМА
- в проектные работы _____
(указать объект, предприятие)

7. Годовой экономический эффект ожидаемый 64000
/ШЕСТЬДЕСЯТ ЧЕТЫРЕ ТЫСЯЧИ РУБЛЕЙ/ руб.
(от внедрения в проект)

фактический _____ руб.
в том числе доленое участие _____ руб.
(%, цифрами и прописью)

8. Удельная экономическая эффективность внедренных результатов
1 РУБ./1 РУБ.50 КОП/ руб./руб.

9. Объем внедрения 55000 /ПЯТЬДЕСЯТ ПЯТЬ ТЫСЯЧ/ РУБЛЕЙ
что составляет 30 /ТРИЦАТЬ/ % от объема внедрения

положенного в основу расчета гарантированного экономического эффекта, рассчитанного по окончании НИР ($\Delta_{ГАР} =$ _____ руб.), а при этапном внедрении $\Delta_{ГАР} =$ _____ руб. при заключении договора.

10. Социальный и научно-технологический эффект _____

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ
(Охрана окружающей среды, изобр. улучшение и оздоровление условий

труда, совершенствование структуры управления, научно-технологических направлений, специальные направления и т.д.)

От ВУЗа
Руководитель НИР
А.В. Моисеев
Исполнители НИР
В.Ю. Фролов
Д.П. Сысоев
М.И. Туманова

От предприятия
Руководитель
И.И. Дорошенко
Инженер
В.Е. Дорошенко

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научной
работе КубГАУ, профессор

 А.Г. КОШАЕВ
 " 8.08.2016 " г.
 М.П.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель организации

ИП КОХ ДЕРКАЧЕВА Е.А.


 Е.А. ДЕРКАЧЕВА
 " 8.08.2016 " г.
 М.П.
АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
технических работ в высших учебных заведениях

Заказчик ИП КОХ ДЕРКАЧЕВА Е.А.
(наименование организации)

ДЕРКАЧЕВА ЕЛЕНА АНАТОЛЬЕВНА
(Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, результаты работы РАЗРАБОТКА И
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ГРУБЫХ КОРМОВ В ПРЕСОВАННОМ ВИДЕ
(Наименование темы, № гос. регистрации)

выполненной КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(Наименование ВУЗа)

стоимость БЕЗ ОПЛАТЫ
(Цифрами и прописью)

внедрены В КОХ ДЕРКАЧЕВА Е.А., ГИЯГИНСКОГО РАЙОНА
(Наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

1. Вид внедренных результатов ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРУБЫХ
(Эксплуатация изделий, работы, технологии;
КОРМОВ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ГРУБЫХ
производство изделий, работы, технологии; функционирование системы)
ПРЕСОВАННЫХ КОРМОВ

2. Характеристика масштаба внедрения ЕДИНИЧНОЕ
(Уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

3. Форма внедрения:

Методика (метод) РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛИНИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРУБЫХ КОРМОВ

4. Новизна результатов научно-исследовательских работ

ПРИНЦИПИАЛЬНО-НОВЫЕ (патенты № 2581488, №163827)
(Пионерские, принципиально-новые, качественно-новые, модификация, модернизация новых разработок)

5. Опытнo-промышленная проверка _____
(Указать номер и дату актов)

ЖИВОТНОВОДЧЕСКАЯ ФЕРМА ХОЗЯЙСТВА
(испытаний, наименование предприятий, период)

6. Внедрены:

- в промышленное производство ЖИВОТНОВОДЧЕСКАЯ ФЕРМА

- в проектные работы _____
(указать объект, предприятие)

7. Годовой экономический эффект ожидаемый _____
_____ руб.
(от внедрения в проект)

фактический _____ руб.

в том числе долевое участие _____ руб.
(%, цифрами и прописью)

8. Удельная экономическая эффективность внедренных результатов _____ руб./руб.

9. Объем внедрения 75000 /СЕМЬДЕСЯТ ПЯТЬ ТЫСЯЧ/ РУБЛЕЙ

что составляет 30 /ТРИЦАТЬ/ % от объема внедрения

положенного в основу расчета гарантированного экономического эффекта, рассчитанного по окончании НИР ($\mathcal{E}_{ГЛР} =$ _____ руб.), а при этапном внедрении $\mathcal{E}_{ГЛР} =$ _____ руб. при заключении договора.

10. Социальный и научно-технологический эффект _____

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ
(Охрана окружающей среды, недра, улучшение и оздоровление условий

труда, совершенствование структуры управления, научно-технических

направлений, специальные направления и т.д.)

От ВУЗа

Руководитель НИР

А.В. МОИСЕЕВ

Исполнители НИР

В.Ю. ФРОЛОВ

Д.П. СЫСОЕВ

М.И. ТУМАНОВА

От предприятия

Инженер

К.А. ДЕРКАЧЕВ

СОГЛАСОВАНО
 Проректор по научной
 работе КубГАУ, профессор
 А.Г. КОШАЕВ
 " 20 16 г.
 М.П.

УТВЕРЖДАЮ
 Руководитель организации
 ООО "ДРУЖБА"
 Т.А. ОЧКАЛАСОВА
 " 20 16 г.
 М.П.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
 технических работ в высших учебных заведениях

Заказчик ООО "ДРУЖБА"
 (наименование организации)

ОЧКАЛАСОВА ТАМАРА АЛЕКСАНДРОВНА
 (Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, результаты работы РАЗРАБОТКА И
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ГРУБЫХ КОРМОВ В ПРЕСОВАННОМ ВИДЕ
 (Наименование темы, № гос. регистрации)

выполненной КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
 (Наименование ВУЗа)

стоимость БЕЗ ОПЛАТЫ
 (Цифрами и прописью)

внедрены В ООО "ДРУЖБА", ТБИЛИССКОГО РАЙОНА
 (Наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

1. Вид внедренных результатов ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРУБЫХ
 (Эксплуатация изделий, работы, технологий,
КОРМОВ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ГРУБЫХ
 производство изделий, работы, технологий, функционирование системы)
ПРЕССОВАННЫХ КОРМОВ

2. Характеристика масштаба внедрения ЕДИНИЧНОЕ
 (Уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

3. Форма внедрения:
 Методика (метод) РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛИНИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРУБЫХ КОРМОВ

4. Новизна результатов научно-исследовательских работ ПРИНЦИПИАЛЬНО-НОВЫЕ (патенты № 2581488, № 163827)
 (Пионерские, принципиально-новые, качественно-новые, модификация, модернизация новых разработок)

5. Опытнo-промышленная проверка _____
(Указать номер и дату актов)

ЖИВОТНОВОДЧЕСКАЯ ФЕРМА ХОЗЯЙСТВА
(испытаний, наименование предприятия, период)

6. Внедрены:
- в промышленное производство ЖИВОТНОВОДЧЕСКАЯ ФЕРМА
- в проектные работы _____
(указать объект, предприятие)

7. Годовой экономический эффект ожидаемый _____ руб.
(от внедрения в проект)

фактический _____ руб.
в том числе долевое участие _____ руб.
(%, цифрами и прописью)

8. Удельная экономическая эффективность внедренных результатов _____ руб./руб.

9. Объем внедрения 67500 /ШЕСТЬДЕСЯТ СЕМЬ ТЫСЯЧ ПЯТЬСОТ/ РУБЛЕЙ
что составляет 30 /ТРИЦАТЬ/ % от объема внедрения
положенного в основу расчета гарантированного экономического эффекта,
рассчитанного по окончании НИР ($\Sigma_{ГЛР} =$ _____ руб.), а при этапном
внедрении $\Sigma_{ГЛР} =$ _____ руб. при заключении договора.

10. Социальный и научно-технологический эффект _____
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ
(Охрана окружающей среды, недр; улучшение и оздоровление условий
труда, совершенствование структуры управления, научно-технических
направлений, социальные направления и т.д.)

От ВУЗа
Руководитель НИР
А.В. МОИСЕЕВ
Исполнители НИР
В.Д. ФРОЛОВ
Д.П. СЫСОЕВ
М.И. ТУМАНОВА

От предприятия
Гл. инженер
Е.А. СИДОРЕНКО
Гл. бухгалтер
Н.А. ГРИДАСОВА



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
технических работ в высших учебных заведениях

Заказчик ОАО ИМЕНИ И.В. МИЧУРИНА
(наименование организации)

ОЧКАЛАСОВА ТАТЬЯНА ВИТАЛИЕВНА
(Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, результаты работы РАЗРАБОТКА И
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ГРУБЫХ КОРМОВ В ПРЕСОВАННОМ ВИДЕ
(Наименование темы, № гос. регистрации)

выполненной КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(Наименование ВУЗа)

стоимость БЕЗ ОПЛАТЫ
(Цифрами и прописью)

внедрены В ОАО ИМЕНИ И.В. МИЧУРИНА КАВКАЗСКОГО РАЙОНА
(Наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

1. Вид внедренных результатов ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРУБЫХ
(Эксплуатация изделий, работы, технологии;
КОРМОВ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ГРУБЫХ
производство изделий, работы, технологии; функционирование системы)
ПРЕССОВАННЫХ КОРМОВ

2. Характеристика масштаба внедрения ЕДИНИЧНОЕ
(Уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

3. Форма внедрения:
Методика (метод) РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛИНИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРУБЫХ КОРМОВ

4. Новизна результатов научно-исследовательских работ ПРИНЦИПИАЛЬНО-НОВЫЕ (патенты № 2581488, № 163827)
(Пионерские, принципиально-новые, качественно-новые, модификация, модернизация новых разработок)

5. Опытно-промышленная проверка _____
(Указать номер и дату актов)

ЖИВОТНОВОДЧЕСКАЯ ФЕРМА ХОЗЯЙСТВА

(испытаний, наименование предприятия, период)

6. Внедрены:

- в промышленное производство ЖИВОТНОВОДЧЕСКАЯ ФЕРМА

- в проектные работы _____
(указать объект, предприятие)

7. Годовой экономический эффект ожидаемый _____

руб.

(от внедрения в проект)

фактический _____ руб.

в том числе долевое участие

руб.

(%, цифрами и прописью)

8. Удельная экономическая эффективность внедренных результатов

руб./руб.

9. Объем внедрения 73000 /СЕМЬДЕСЯТ ТРИ ТЫСЯЧИ/ РУБЛЕЙ

что составляет 30 /ТРИЦАТЬ/ % от объема внедрения

положенного в основу расчета гарантированного экономического эффекта, рассчитанного по окончании НИР ($\mathcal{E}_{ГЛР} =$ _____ руб.), а при этапном внедрении $\mathcal{E}_{ГЛР} =$ _____ руб. при заключении договора.

10. Социальный и научно-технологический эффект _____

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ

(Охрана окружающей среды, медр; улучшение и оздоровление условий

труда, совершенствование структуры управления, научно-технических

направлений, специальные направления и т.д.)

От ВУЗа

Руководитель НИР

А.В. МОИСЕЕВ

Исполнители НИР

В.Ю. ФРОЛОВ

Д.П. СЫСОЕВ

М.И. ТУМАНОВА

От предприятия

Гл. инженер

В.Г. БОРИСОВ

Гл. бухгалтер

И.И. ШЕБЛЫКИНА

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научной
работе КубГАУ, профессорКочаев А.Г. КОЧАЕВ
"15" Август 2017 г.
М.П.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель организации

ООО "ЛОСЕВО"
ОЧКАЛАСОВ СЕМЕН ВИТАЛИЕВИЧ
"15" Август 2017 г.
М.П.**АКТ ВНЕДРЕНИЯ**Результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
технических работ в высших учебных заведенияхЗаказчик ООО "ЛОСЕВО"
(наименование организации)ОЧКАЛАСОВ СЕМЕН ВИТАЛИЕВИЧ
(Ф.И.О. руководителя организации)Настоящим актом подтверждается, результаты работы РАЗРАБОТКА И
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ГРУБЫХ КОРМОВ В ПРЕСОВАННОМ ВИДЕ
(Наименование темы, № гос. регистрации)выполненной КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(Наименование ВУЗа)стоимость БЕЗ ОПЛАТЫ
(Цифрами и прописью)внедрены В ООО "ЛОСЕВО" КАВКАЗСКОГО РАЙОНА
(Наименование предприятий, где осуществлялось внедрение)1. Вид внедренных результатов ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРУБЫХ
(Эксплуатация изделий, работы, технологии;КОРМОВ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ГРУБЫХ
производство изделий, работы, технологии; функционирование системы)ПРЕССОВАННЫХ КОРМОВ2. Характеристика масштаба внедрения ЕДИНИЧНОЕ

(Уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

3. Форма внедрения:

Методика (метод) РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛИНИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ГРУБЫХ КОРМОВ

4. Новизна результатов научно-исследовательских работ

ПРИНЦИПИАЛЬНО-НОВЫЕ (патенты № 2581488, № 163827)
(Пионерские, принципиально-новые, качественно-новые, модификация, модернизация новых разработок)

5. Опытно-промышленная проверка _____
(Указать номер и дату актов)

ЖИВОТНОВОДЧЕСКАЯ ФЕРМА ХОЗЯЙСТВА
(испытаний, наименование предприятия, период)

6. Внедрены:

- в промышленное производство ЖИВОТНОВОДЧЕСКАЯ ФЕРМА

- в проектные работы _____
(указать объект, предприятие)

7. Годовой экономический эффект ожидаемый _____ руб.
(от внедрения в проект)

фактический _____ руб.

в том числе долевое участие _____ руб.
(%, цифрами и прописью)

8. Удельная экономическая эффективность внедренных результатов _____ руб./руб.

9. Объем внедрения _____

что составляет 30 /ТРИЦАТЬ/ % от объема внедрения

положенного в основу расчета гарантированного экономического эффекта, рассчитанного по окончании НИР ($\mathcal{E}_{ГЛР} =$ _____ руб.), а при этапном внедрении $\mathcal{E}_{ГЛР} =$ _____ руб. при заключении договора.

10. Социальный и научно-технологический эффект _____

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ

(Охрана окружающей среды, ведр; улучшение и оздоровление условий

труда, совершенствование структуры управления, научно-технических

направлений, специальные направления и т.д.)

От ВУЗа

Руководитель НИР

А.В. МОИСЕЕВ

Исполнители НИР

В.Ю. ФРОЛОВ

Д.П. СЫСОВ

М.И. ТУМАНОВА

От предприятия

Гл. инженер

П.В. КУЗНЕЦОВ

Гл. бухгалтер

Т.В. СКРЫЛЬНИКОВА

УТВЕРЖДАЮ:

ИП глава КФХ Деркачева

Елена Анатольевна


 Е.А. Деркачева

« 7 » февраля 2017 г.

АКТ

передачи результатов научных исследований

Мы, нижеподписавшиеся, сотрудники кафедры «Механизация животноводства и безопасность жизнедеятельности» и обучающиеся ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» Фролов Владимир Юрьевич – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой, Сысоев Денис Петрович – к.т.н., доцент кафедры, Туманова Марина Ивановна – аспирант, Журтов Алим Хасанович – аспирант, Класнер Георгий Георгиевич – аспирант, Пономаренко Игорь Сергеевич – студент, Моисеев Аркадий Викторович – начальник отдела организации и мониторинга научной деятельности Кубанского ГАУ, Деркачева Елена Анатольевна – ИП глава КФХ Деркачева Елена Анатольевна (Республика Адыгея, Гиагинский район, станица Дондуковская) и Деркачев Константин Анатольевич – инженер составили настоящий акт о том, что В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова, А.Х. Журтов, Г.Г. Класнер, И.С. Пономаренко передали, а К.А. Деркачев принял для изготовления и внедрения в производство следующую научно-техническую продукцию:

1. Технологические схемы линий приготовления и раздачи кормов и кормовых смесей на основе сочетания компонентов в виде грубых, концентрированных, углеводистых (корнеклубнеплоды и тыква), белка сои и рекомендации по расчету и проектированию технологического и машинного переоснащения животноводческих предприятий малых форм хозяйствования.

2. Техническое описание и эскизные чертежи устройств для:

- измельчения замоченного зерна сои абразивными дисками в жидкостной среде (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, Г.Г. Класнер);
- измельчения грубых и углеводистых кормов дисковым рабочим органом с V-образными и серповидными измельчающими сегментами (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова);
- приготовления полнорационные кормовые смеси из грубых, сочных, углеводистых и концентрированных кормов шнековым рабочим органами с режущими элементами (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, А.Х. Журтов);
- одновременного измельчения и смешивания углеводистых и концентрированных кормов (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, И.С. Пономаренко).

3. Методику и результаты инженерного расчета по определению оптимальных параметров и режимов работы:

– измельчителя замоченного зерна сои (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, Г.Г. Класнер),

– измельчителя грубых и углеводистых кормов (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова);

– режущего элемента на рабочий орган мобильного кормораздатчика (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, А.Х. Журтов);

– насадки на электрическую дрель (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, И.С. Пономаренко).

4. Рекомендации для повышения эффективности функционирования линий приготовления и раздачи кормов и кормовых смесей, базовыми техническими средствами которых являются: измельчитель замоченного зерна сои, измельчитель грубых кормов, насадка на дрель, а также мобильный кормораздатчик со шнековым рабочим органом, по периметру винтовых поверхностей которых закреплены режущие элементы.

Инженер



К.А. Деркачев

Начальник отдела организации и мониторинга научной деятельности
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ



А.В. Монсеев

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ



В.Ю. Фролов

к.т.н., доцент кафедры
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ



Д.П. Сысоев

аспирант кафедры
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ



М.И. Туманова

аспирант кафедры
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ



А.Х. Журтов

аспирант кафедры
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ



Г.Г. Класнер

студент факультета механизации
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ



И.С. Пономаренко

УТВЕРЖДАЮ:
 Генеральный директор
 ОАО «Имени И.В. Мичурина»
 Т.В. Очкаласова
 «12» _____ 2017 г.

АКТ

передачи результатов научных исследований

Мы, нижеподписавшиеся, сотрудники кафедры «Механизация животноводства и безопасность жизнедеятельности» и обучающиеся ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» Фролов Владимир Юрьевич – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой, Сысоев Денис Петрович – к.т.н., доцент кафедры, Туманова Марина Ивановна – аспирант, Журтов Алим Хасанович – аспирант, Класнер Георгий Георгиевич – аспирант, Пономаренко Игорь Сергеевич – студент, Моисеев Аркадий Викторович – начальник отдела организации и мониторинга научной деятельности Кубанского ГАУ, Очкаласова Татьяна Виталиевна – генеральный директор ОАО «Имени И.В. Мичурина» (Краснодарский край, Кавказский район, хутор Привольный) и Борисов Виктор Георгиевич – главный инженер составили настоящий акт о том, что В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова, А.Х. Журтов, Г.Г. Класнер, И.С. Пономаренко передали, а В.Г. Борисов принял для изготовления и внедрения в производство следующую научно-техническую продукцию:

1. Технологические схемы линий приготовления и раздачи кормов и кормовых смесей на основе сочетания компонентов в виде грубых, концентрированных, углеводистых (корнеклубнеплоды и тыква), белка сои и рекомендации по расчету и проектированию технологического и машинного переоснащения предприятий по производству молока и говядины.

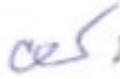
2. Техническое описание и эскизные чертежи устройств для:

- измельчения замоченного зерна сои абразивными дисками в жидкостной среде (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, Г.Г. Класнер);
- измельчения грубых и углеводистых кормов дисковым рабочим органом с V-образными и серповидными измельчающими сегментами (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова);
- приготовления полнорационные кормовые смеси из грубых, сочных, углеводистых и концентрированных кормов шнековым рабочим органами с режущими элементами (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, А.Х. Журтов);
- одновременного измельчения и смешивания углеводистых и концентрированных кормов (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, И.С. Пономаренко).

3. Методику и результаты инженерного расчета по определению оптимальных параметров и режимов работы:

- измельчителя замоченного зерна сои (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, Г.Г. Класнер);
- измельчителя грубых и углеводистых кормов (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова);
- режущего элемента на рабочий орган мобильного кормораздатчика (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, А.Х. Журтов);
- насадки на электрическую дрель (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, И.С. Пономаренко).

4. Рекомендации для повышения эффективности функционирования линий приготовления и раздачи кормов и кормовых смесей, базовыми техническими средствами которых являются: измельчитель замоченного зерна сои, измельчитель грубых кормов, насадка на дрель, а также мобильный кормораздатчик со шнековым рабочим органом, по периметру винтовых поверхностей которых закреплены режущие элементы.

Главный инженер ОАО «Имени И.В. Мичурина»		В.Г. Борисов
Начальник отдела организации и мониторинга научной деятельности ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ		А.В. Моисеев
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ		В.Ю. Фролов
к.т.н., доцент кафедры «МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ		Д.П. Сысоев
аспирант кафедры «МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ		М.И. Туманова
аспирант кафедры «МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ		А.Х. Журтов
аспирант кафедры «МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ		Г.Г. Класнер
студент факультета механизации ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ		И.С. Пономаренко

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор

ООО «ДРУЖБА»

Т.А. Очкаласова

2017 г.

АКТ

передачи результатов научных исследований

Мы, нижеподписавшиеся, сотрудники кафедры «Механизация животноводства и безопасность жизнедеятельности» и обучающиеся ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» Фролов Владимир Юрьевич – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой, Сысоев Денис Петрович – к.т.н., доцент кафедры, Туманова Марина Ивановна – аспирант, Журтов Алим Хасанович – аспирант, Класнер Георгий Георгиевич – аспирант, Пономаренко Игорь Сергеевич – студент, Моисеев Аркадий Викторович – начальник отдела организации и мониторинга научной деятельности Кубанского ГАУ, Очкаласова Тамара Александровна – генеральный директор ООО «ДРУЖБА» (Краснодарский край, Тбилисский район, станица Геймановская) и Сидоренко Евгений Александрович – главный инженер, составили настоящий акт о том, что В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова, А.Х. Журтов, Г.Г. Класнер, И.С. Пономаренко передали, а Е.А. Сидоренко принял для изготовления и внедрения в производство следующую научно-техническую продукцию:

1. Технологические схемы линий приготовления и раздачи кормов и кормовых смесей на основе сочетания компонентов в виде грубых, концентрированных, углеводистых (корнеклубнеплоды и тыква), белка сои и рекомендации по расчету и проектированию технологического и машинного переоснащения предприятий по производству молока и говядины.

2. Техническое описание и эскизные чертежи устройств для:

- измельчения замоченного зерна бобовых культур абразивными дисками в жидкостной среде (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, Г.Г. Класнер);
- измельчения грубых и углеводистых кормов дисковым рабочим органом с V-образными и серповидными измельчающими сегментами (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова);
- приготовления полнорационные кормовые смеси из грубых, сочных, углеводистых и концентрированных кормов шнековым рабочим органами с режущими элементами (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, А.Х. Журтов);
- одновременного измельчения и смешивания углеводистых и концентрированных кормов (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, И.С. Пономаренко).

3. Методику и результаты инженерного расчета по определению оптимальных параметров и режимов работы:

– измельчителя замоченного зерна бобовых культур (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, Г.Г. Класнер),

– измельчителя грубых и углеводистых кормов (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова);

– режущего элемента на рабочий орган мобильного кормораздатчика (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, А.Х. Журтов);

– насадки на электрическую дрель (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, И.С. Пономаренко).

4. Рекомендации для повышения эффективности функционирования линий приготовления и раздачи кормов и кормовых смесей, базовыми техническими средствами которых являются: измельчитель замоченного зерна бобовых культур, измельчитель грубых и углеводистых кормов, насадка на дрель, а также мобильный кормораздатчик со шнековым рабочим органом, по периметру винтовых поверхностей которых закреплены режущие элементы.

Главный инженер
ООО «ДРУЖБА»

Е.А. Сидоренко

Начальник отдела организации и
мониторинга научной деятельности
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

А.В. Моисеев

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

В.Ю. Фролов

к.т.н., доцент кафедры
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

Д.П. Сысоев

аспирант кафедры
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

М.И. Туманова

аспирант кафедры
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

А.Х. Журтов

аспирант кафедры
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

Г.Г. Класнер

студент факультета механизации
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

И.С. Пономаренко

УТВЕРЖДАЮ:
 Генеральный директор
 ООО «ЛОСЕВО»
 С.В. Очкаласов
 « 07 » *август* 2017 г.



АКТ

передачи результатов научных исследований

Мы, нижеподписавшиеся, сотрудники кафедры «Механизация животноводства и безопасность жизнедеятельности» и обучающиеся ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» Фролов Владимир Юрьевич – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой, Сысоев Денис Петрович – к.т.н., доцент кафедры, Туманова Марина Ивановна – аспирант, Журтов Алим Хасанович – аспирант, Класнер Георгий Георгиевич – аспирант, Пономаренко Игорь Сергеевич – студент, Моисеев Аркадий Викторович – начальник отдела организации и мониторинга научной деятельности Кубанского ГАУ, Очкаласов Семен Виталиевич – генеральный директор ООО «ЛОСЕВО» (Краснодарский край, Кавказский район, поселок Лосево) и Кузнецов Петр Владимирович – главный инженер составили настоящий акт о том, что В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова, А.Х. Журтов, Г.Г. Класнер, И.С. Пономаренко передали, а П.В. Кузнецов принял для изготовления и внедрения в производство следующую научно-техническую продукцию:

1. Технологические схемы линий приготовления и раздачи кормов и кормовых смесей на основе сочетания компонентов в виде грубых, концентрированных, углеводистых (корнеклубнеплоды и тыква), белка сои и рекомендации по расчету и проектированию технологического и машинного переоснащения предприятий по производству молока и говядины.
2. Техническое описание и эскизные чертежи устройств для:
 - измельчения замоченного зерна сои абразивными дисками в жидкостной среде (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, Г.Г. Класнер);
 - измельчения грубых и углеводистых кормов дисковым рабочим органом с V-образными и серповидными измельчающими сегментами (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова);
 - приготовления полнорационные кормовые смеси из грубых, сочных, углеводистых и концентрированных кормов шнековым рабочим органами с режущими элементами (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, А.Х. Журтов);
 - одновременного измельчения и смешивания углеводистых и концентрированных кормов (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, И.С. Пономаренко).

3. Методику и результаты инженерного расчета по определению оптимальных параметров и режимов работы:

- измельчителя замоченного зерна сои (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, Г.Г. Класнер),
- измельчителя грубых и углеводистых кормов (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, М.И. Туманова);
- режущего элемента на рабочий орган мобильного кормораздатчика (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, А.Х. Журтов);
- насадки на электрическую дрель (Авторы: В.Ю. Фролов, Д.П. Сысоев, И.С. Пономаренко).

4. Рекомендации для повышения эффективности функционирования линий приготовления и раздачи кормов и кормовых смесей, базовыми техническими средствами которых являются: измельчитель замоченного зерна сои, измельчитель грубых и сочных кормов, насадка на дрель, а также мобильный кормораздатчик со шнековым рабочим органом, по периметру винтовых поверхностей которых закреплены режущие элементы.

Главный инженер
ООО «ЛОСЕВО»

 П.В. Кузнецов

Начальник отдела организации и
мониторинга научной деятельности
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

 А.В. Моисеев

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

 В.Ю. Фролов

к.т.н., доцент кафедры
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

 Д.П. Сысоев

аспирант кафедры
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

 М.И. Туманова

аспирант кафедры
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

 А.Х. Журтов

аспирант кафедры
«МЖ и БЖД» ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

 Г.Г. Класнер

студент факультета механизации
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

 И.С. Пономаренко

ХІХ Московский международный
Салон изобретений и инновационных технологий



«АРХИМЕД-2016»

ДИПЛОМ

Решением Международного Жюри
награждается

ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет»
за разработку

«Раздатчик-измельчитель рулонных тюков»
(Фролов В.Ю., Туманова М.И., Сысоев Д.П.)

Председатель
Международного Жюри,
лётчик-космонавт РФ,
член-корреспондент РАН

Президент Салона

Руководитель
Федеральной службы
по интеллектуальной
собственности

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
 АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО
 ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ
 (Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ)

У Ч Е Н Ы Й С О В Е Т

В Ы П И С К А

из протокола № 1 от 30 сентября 2016 г.
 заседания Ученого совета института

СЛУШАЛИ: Заместителя директора по научной работе Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донского ГАУ в г. Зернограде, д.т.н., профессора И.В. Юдаева, который сообщил, что на кафедре «Механизация животноводства и безопасность жизнедеятельности» факультета механизации ФГБОУ ВО Кубанского ГАУ им. И.Т. Трубилина авторами: д.т.н., профессором В.Ю. Фроловым, к.т.н., доцентом Д.П. Сысоевым, аспирантами М.И. Тумановой и Г.Г. Класнер разработаны новая эффективная малотоннажная технология и технические средства механизации приготовления и раздачи кормов для животноводческих предприятий малых форм хозяйствования.

ВЫСТУПИЛ: Д.П. Сысоев, который доложил о полученных результатах исследований, выполняемых в рамках госбюджетной программы НИР факультета механизации «Совершенствование ресурсосберегающих машинных технологий, надежности машин и использования машинно-тракторного парка» разделы «Разработка экологически безопасных механизированных технологий производства молока» № ГР01201153626 и «Разработка малотоннажных, ресурсосберегающих механизированных технологий производства продукции животноводства на предприятиях малых форм хозяйствования» № ЕГИСУ НИОКР 4А-А16-116022410038-8.

РЕШИЛИ: 1. Одобрить результаты проведенных указанными выше авторами исследований по решению важной проблемы – разработки и совершенствования технологий и технических средств механизации приготовления и раздачи кормов на животноводческих предприятиях малых форм хозяйствования, направленных на снижение затрат энергии и ресурсов, обеспечение высокого качества готового продукта и повышение экологической безопасности исследуемых процессов.
 2. Рекомендовать результаты научных исследований, проведенных по данному направлению и разработанные авторами средства механизации приготовления и раздачи кормов для животноводческих предприятий малых форм хозяйствования к использованию в учебном процессе Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донского ГАУ и при проведении научных исследований по данной и смежным тематикам.

Голосовали: «за» - единогласно.

Ученый секретарь



Н.С. Гужвина
 Н.С. Гужвина



УТВЕРЖДАЮ:

проректор по учебной работе
ФГБОУ ВО «Дагестанский ГАУ
имени М.М. Джамбулатова»,
профессор С.А. Курбанов
«...» 2018 г.

АКТ

**внедрения в учебный процесс результатов научных исследований
по проектно-технологическим решениям ресурсосберегающих,
малотоннажных технологий приготовления и раздачи кормов**

Комиссия в составе: декана инженерного факультета ФГБОУ ВО Дагестанского ГАУ имени М.М. Джамбулатова к.т.н., профессора Шихсаидова Б. И.; заведующего кафедрой эксплуатации, ремонта машин и механизации животноводства, к.т.н., доцента Халилова М. Б.; д.т.н., профессора Байбулатова Т. С. составили настоящий акт о том, что результаты исследовательских, проектно-технологических и конструкторских разработок, выполняемых в рамках государственной программы НИР факультета механизации ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина «Совершенствование ресурсосберегающих машинных технологий, надежности машин и использования машинно-тракторного парка», разделы «Разработка экологически безопасных механизированных технологий производства молока» № ГР01201153626 и «Разработка малотоннажных, ресурсосберегающих механизированных технологий производства продукции животноводства на предприятиях малых форм хозяйствования» № ЕГИСУ НИОКР 4А-А16-116022410038-8, полученные при непосредственном участии сотрудников кафедры «Механизация животноводства и безопасность жизнедеятельности» д.т.н., профессором В.Ю. Фроловым, к.т.н., доцентами Д.П. Сысоевым, А.Ю. Марченко, аспирантами М.И. Тумановой, Г.Г. Класнер, соискателем А.Х. Журтовым используются в учебном процессе ФГБОУ ВО Дагестанского ГАУ имени М.М. Джамбулатова для подготовки бакалавров и магистров по направлениям 35.03.06 – Агроинженерия (профили – «Технические системы в агробизнесе», «Электрооборудование и электротехнологии в сельском хозяйстве», «Технический сервис в АПК»), 36.03.02 – Зоотехния (профиль – «Технология производства продуктов животноводства») 36.05.01 – Ветеринария (специализация – «Ветеринарный врач») и магистров по направлению 35.04.06 – Агроинженерия (профиль – «Технические системы в агробизнесе»).

Результаты исследований, теоретические положения и предложения производству с 2017 года включены в содержание дисциплин «Машины и технологии в животноводстве», «Новые машины и технологии в животноводстве», «Механизация и автоматизация животноводства», «Механизация в животноводстве», а также используются в лекционных курсах, на практических занятиях, при выполнении научно-исследовательских работ обучающихся, в курсовом проектировании и при подготовке выпускных квалификационных работ.

Декан инженерного факультета,
к.т.н., профессор

Б.И. Шихсаидов

Заведующий кафедрой «Эксплуатация,
ремонт машин и механизация
животноводства», к.т.н., доцент

М.Б. Халилов

Профессор кафедры «Эксплуатация,
ремонт машин и механизация
животноводства», д.т.н.

Т.С. Байбулатов



4807

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

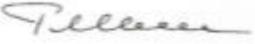
№ 163827

РЕЖУЩИЙ СЕГМЕНТ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРМОВ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2015154361
Приоритет полезной модели **17 декабря 2015 г.**
Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации **21 июля 2016 г.**
Срок действия патента истекает **17 декабря 2025 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности
 **Г.П. Илиев**

64-2308-16

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) 163 827⁽¹³⁾ U1
(51) МПК
A01F 29/00 (2006.01)



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015154361/13, 17.12.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.12.2015

Приоритеты:
(22) Дата подачи заявки: 17.12.2015

(45) Опубликовано: 10.08.2016 Бюл. № 22

Адрес для переписки:
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13,
Кубанский ГАУ, отдел организации и
мониторинга научных исследований

(72) Автор(ы):
Фролов Владимир Юрьевич (RU),
Сысоев Денис Петрович (RU),
Туманова Марина Ивановна (RU),
Газрилов Михаил Дмитриевич (RU),
Горб Сергей Сергеевич (RU),
Березной Дмитрий Владимирович (RU),
Пonomarenko Игорь Сергеевич (RU),
Зеленская Анастасия Андреевна (RU),
Журтов Алим Хасанович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Кубанский
государственный аграрный университет"
(RU)

(54) РЕЖУЩИЙ СЕГМЕНТ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРМОВ

(57) Формула полезной модели
Режущий сегмент измельчителя кормов, выполненный в виде лопасти, состоящей из двух плоскостей, расположенных под углом друг к другу и имеющих дугообразную режущую кромку, отличающийся тем, что плоскости режущего сегмента связаны посредством крепежного элемента к рабочему органу, выполненному в виде прямоугольной пластины с отверстиями, с образованием единой детали, причем плоскости установлены под углом α к плоскости пластины крепления, а режущие кромки плоскостей выполнены дугой наружу.

RU 163827 U1

Ст. 1



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU**⁽¹¹⁾ 2 530 811⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК
A01K 502 (2006.01)
A01F 2800 (2006.01)

(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2013122009/13, 13.05.2013

(24) Дата начала отчета срока действия патента:
13.05.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.05.2013

(45) Опубликовано: 10.10.2014 Бюл. № 28

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2430506 C1, 10.10.2011. RU 2295229
C1, 20.03.2007. EP 1245142 A1, 02.10.2002. WO
9510176 A1, 20.04.1995

Адрес для переписки:

350044, г.Краснодар, ул. Калинина, 13,
Кубанский ГАУ, отдел науки

(72) Авторы:

Фролов Владимир Юрьевич (RU),
Туманова Марина Ивановна (RU),
Сысов Денис Петрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Кубанский
государственный аграрный университет"
(RU)

RU 2 530 811 C 1

(54) **РАЗДАТЧИК-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ РУЛОННЫХ ТЮКОВ**

(57) Формула изобретения

1. Раздатчик-измельчитель рулонных тюков, содержащий размещенный на раме с ходовой частью бункер с измельчающим рабочим органом и выгрузной транспортер, отличающийся тем, что бункер выполнен цилиндрическим, вертикальным, на дне которого расположен измельчающий рабочий орган, выполненный в виде диска, по осям которого поочередно расположены вертикальные и наклонные ножи, установленные под углом не более 45 градусов к горизонтальной поверхности диска, а в осевом пространстве радиально расположены горизонтальные ножи, в поперечном сечении которых расположены ромбообразные пазы.

2. Раздатчик-измельчитель по п. 1, отличающийся тем, что наклонные ножи измельчающего органа выполнены по осям диска с противоположным углом наклона к поверхности диска.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 542 120** (13) **C1**(51) МПК
A01K 5/02 (2006.01)
A01F 29/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21) (22) Заявка: 2013147262/13, 22.10.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.10.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 22.10.2013

(45) Опубликовано: 20.02.2015 Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: (см. прод.)

Адрес для переписки:

350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13,
Кубанский ГАУ, отдел науки

(72) Автор(ы):

Фролов Владимир Юрьевич (RU),
Туманова Марина Ивановна (RU),
Сысоев Денис Петрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Кубанский
государственный аграрный университет"
(RU)(54) **РАЗДАТЧИК-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ РУЛОННЫХ ТЮКОВ**

(57) Формула изобретения

Раздатчик-измельчитель рулонных тюков, содержащий рабочую камеру с приводным валом, на котором расположены диск и дополнительный диск, перемешаемые относительно друг друга, зубчатые измельчающие элементы и выгрузной элемент, отличающийся тем, что имеет дополнительный приводной вал для дополнительного диска, при этом диски имеют радиальные сквозные ромбообразные отверстия, рядом с которыми параллельно расположены под углом 45 градусов к поверхности диска зубчатые измельчающие элементы, причем приводные валы с дисками установлены противоположно друг другу с возможностью встречного перемещения и имеют иглы для фиксации рулонных тюков, а в качестве выгрузного элемента использован транспортер, расположенный под рабочей камерой.

(56) (продолжение):

RU 2295229 C1, 20.03.2007; SU 1561896 A1, 07.05.1990; SU 629967 A, 30.10.1978; MD 546 Y, 31.10.2012;
RU 2311752 C2, 10.12.2007.

R U 2 5 4 2 1 2 0 C 1

R U 2 5 4 2 1 2 0 C 1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2581488

**РАЗДАТЧИК-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ КОРМА,
СФОРМИРОВАННОГО В РУЛОНЫ**

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2015117943

Приоритет изобретения 13 мая 2015 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 24 марта 2016 г.

Срок действия патента истекает 13 мая 2035 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Г.П. Илизов Г.П. Илизов



27-04-2016

Автор(ы): *Фролов Владимир Юрьевич (RU), Сысоев Денис
Петрович (RU), Туманова Марина Ивановна (RU)*

RU 2581488 CT



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2014614424

**Определение производительности и мощности привода
корнерезок**

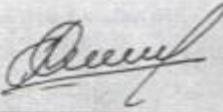
Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего профессионального
образования «Кубанский государственный аграрный
университет» (RU)*

Авторы: *Сторожук Татьяна Александровна (RU),
Туманова Марина Ивановна (RU)*

Заявка № **2014610067**
Дата поступления **09 января 2014 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **24 апреля 2014 г.**



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*



Б.П. Симонов





