

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

На правах рукописи



Тетерин Владимир Сергеевич

Усовершенствованный процесс и пресс-подборщик для заготовки
стебельчатых кормов с обработкой гуматами

Специальность **05.20.01** – Технологии и средства механизации
сельского хозяйства

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
доцент **Костенко М.Ю.**

Рязань – 2016

Содержание

Аннотация.....	5
Основные обозначения.....	6
Введение.....	10
1. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И СРЕДСТВ ЗАГОТОВКИ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ.....	15
1.1. Анализ технологий заготовки стебельчатых кормов	15
1.2. Анализ технических средств для заготовки прессованного сена.....	29
1.3. Анализ применения гуматов при кормлении животных.....	32
1.4. Анализ выполненных исследований процесса заготовки стебельчатых кормов.....	35
Заключение по разделу.....	38
1.5. Постановка задач исследований.....	40
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА И ПРЕСС-ПОДБОРЩИКА ДЛЯ ЗАГОТОВКИ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ С ОБРАБОТКОЙ ГУМАТАМИ.....	41
2.1. Теоретические исследования распределения плотности стебельчатых кормов внутри рулона.....	41
2.2. Конструктивно-технологическая схема усовершенствованного пресс-подборщика.....	50
2.3. Теоретические исследования движения стебельчатых частиц при разравнивании валка сена.....	55
2.4. Обоснование параметров внесения гуматов в процессе прессования.....	64
Заключение по разделу.....	67
3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА И ПРЕСС-	

ПОДБОРЩИКА ДЛЯ ЗАГОТОВКИ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ С ОБРАБОТКОЙ ГУМАТАМИ	70
3.1. Методика исследования равномерности валка сена в поперечной плоскости.....	71
3.2. Методика экспериментальных исследований распределения плотности прессованного сена внутри рулона	71
3.3. Методика экспериментальных исследований разравнивающего устройства.....	78
3.4. Методика экспериментальных исследований установки для внесения раствора гуматов.....	79
3.5. Методика экспериментальных исследований сохранности сена в зависимости от способа внесения гуматов.....	81
3.6. Методика производственных исследований влияния нормы расхода гуматов на сохранность сена	83
Заключения по разделу.....	85
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА И ПРЕСС-ПОДБОРЩИКА ДЛЯ ЗАГОТОВКИ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ С ОБРАБОТКОЙ ГУМАТАМИ	86
4.1. Результаты исследования равномерности валка сена в поперечной плоскости.....	86
4.2. Результаты экспериментальных исследований распределения плотности прессованного сена внутри рулона	87
4.3. Результаты экспериментальных исследований разравнивающего устройства	89
4.4. Результаты экспериментальных исследований установки для внесения раствора гуматов	91
4.5. Результат экспериментальных исследований сохранности сена в зависимости от способа внесения гуматов	93
4.6. Результат производственных исследований влияния нормы расхода гуматов на сохранность сена	98

Заключения по разделу.....	101
5. РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ПРОЦЕССА И ПРЕСС- ПОДБОРЩИКА ДЛЯ ЗАГОТОВКИ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ С ОБРАБОТКОЙ ГУМАТАМИ	103
Заключения по разделу.....	113
Заключение.....	115
Литература.....	118
Приложения.....	133

Аннотация

Целью диссертационного исследования является совершенствование процесса и пресс-подборщика для заготовки прессованных стебельчатых кормов для повышения сохранности прессованного сена.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель работы и ее народно-хозяйственное значение. Приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первом разделе на основании анализа литературных источников проведён обзор существующих технологий и способов консервации прессованного сена. Установлена эффективность применения химических консервантов при заготовке прессованного сена, поставлены задачи исследований.

Во втором разделе представлены теоретические исследования плотности прессования и движения стебельчатых частиц в процессе формирования рулона, а также определены режимы и параметры работы разравнивающего устройства и установки для внесения гуматов.

В третьем разделе приведены программа и методики экспериментальных и производственных исследований, описаны конструкции лабораторных установок и применяемое оборудование.

В четвертом разделе представлены результаты экспериментальных и производственных исследований.

В пятом разделе приведены результаты внедрения технологии и средств механизации консервации прессованного сена, рассчитана экономическая эффективность и чистый дисконтированный доход.

Сделаны выводы и даны рекомендации по внедрению разработанной технологии. Представлены список используемой литературы и приложения.

Основные обозначения

R – радиус изгиба стебля, м;

W – влажность стебля, %;

a_1 – постоянный коэффициент, м/%;

b_1 – постоянный коэффициент,

a_2, b_2 – постоянные коэффициенты;

a – удельный коэффициент, кг/м⁴;

b – размерный коэффициент, 1/м;

d_c – диаметр стебля, м;

δ_0 – суммарная деформация, м;

δ_u – упругая деформация, м;

δ_p – пластическая деформация, м;

F_n – усилие воздействия подборщика на валок сена, Н;

F_δ – усилие воздействия разравнивающих дисков на валок сена, Н;

ω – частота вращения дисков, с⁻¹;

$F_{упр}$ – сила упругости сена, Н;

Δh – уменьшение высоты валка при разравнивании, м;

c – коэффициент упругости сена, Н/м;

h_0 – величина зазора между пальцами разравнивающего диска и подборщиком, м;

n_n – количество пальцев, шт;

N_n – сила нормального давления поверхности пальца, Н;

$f_{вн}$ – коэффициент внутреннего трения валка сена;

S_δ – площадь разравнивающего диска, м²;

d – диаметр диска, м;

γ – объёмная масса, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

P_ϵ – вес единицы объёма валка, Н;

q_ϵ – погонная (удельная) масса валка, кг/м;

V_n – скорость пресс-подборщика, м/с;
 H – высота валка, м;
 L – ширина пресс-подборщика (прессовальной камеры), м;
 γ_o - начальная объёмная масса валка сена, кг/м³;
 $\sigma_s = 19,6...11,27$ – предел прочности стеблей, кг/мм²;
 D – диаметр рулона (высота камеры прессования);
 γ_{cp} - средняя объёмная масса рулона прессованного сена, кг/м³;
 k - коэффициент уплотнения валка перед прессованием, кг/(м³с²);
 h – высота валка после уплотнения разравнивающим устройством, м;
 v – величина перемещения произвольной точки относительно оси рулона, м;
 r – радиус дуги bc , м;
 $d\theta$ – элементарный полярный угол, ограничивающий элементарный объём;
 u – величина перемещение произвольной точки к центру рулона, м;
 dr – приращение радиус вектора;
 E – модуль упругости, Па;
 μ - коэффициент Пуассона;
 σ_r - радиальное напряжение, Па;
 k_1 – коэффициент соотношения радиального размера рулона с размером дорна (сердцевины);
 k_2 - коэффициент соотношения радиального размера рулона с текущим радиусом;
 r_p – радиус рулона, м.
 Q – расход гуматов, кг;
 V – объём рулона, м³;
 λ – коэффициент удельного расхода гуматов;
 q –мгновенный расход гуматов, кг/с;
 t – время формирования рулона, с;
 S_o -площадь сечения дозирующего устройства, м;
 $v_{жс}$ - скорость истечения раствора, м/с;

ρ - плотность раствора, кг/м³;
 F_c – усилие сжатия пробы сена, Н;
 C_n – коэффициент жёсткости блока пружин, Н/м;
 h_n – перемещение подпружиненной площадки, м;
 n_{np} – количество пружин в блоке, шт;
 h_{ni} – деформация i -ой пружины, м;
 C_{ni} – коэффициент жёсткости i -ой пружины, Н/м;
 P_c – твердость прессованного сена, Н/м²;
 F_m – усилие вдавливания (внедрения) твердомера, Н;
 S_H – площадь поперечного сечения (площадь проекции сечения) конического наконечника, м²
 l_x – перемещение материала при вдавливании стержня с коническим наконечником, м;
 C_z – коэффициент жёсткости материала, Н/м;
 $S_{\sigma n}$ – площадь боковой поверхности конуса, ($S_{\sigma n} = \pi \cdot \frac{d}{2} \cdot l = \pi \cdot \frac{d^2}{4 \cdot \cos \alpha}$), м² ;
 2α – угол атаки конуса, рад;
 $h_1, h_2 \dots h_n$ – высоты диаграмм, м;
 n_{ϕ} – количество форсунок, шт;
 $P_{жс}$ – давление рабочей жидкости, МПа;
 ψ – неравномерность расхода гуматов, %;
 b_{ϕ} – ширина валка, м;
 $W_{ч}$ – часовая производительность, т/ч;
 $t_{см}$ – число часов работы в смену;
 $n_{см}$ – количество смен;
 $D_{раб}$ – число рабочих дней;
 C_3 – удельные затраты на оплату труда, руб/т прессованного сена;
 $C_{ам}$ – удельные затраты на амортизации, руб/т;
 $C_{ТО}$ – удельные затраты на техническое обслуживание и ремонт, руб/т;
 $C_{кп}$ – удельные затраты на приобретение консервирующего препарата, руб/т;
 $m_{ч}$ - часовая тарифная ставка, руб;

$k_{нач}$ – начисления на оплату;

$Z_{ср}$ – средняя заработная плата по региону;

C – стоимость установки, руб;

$a_{ам}$ – норма амортизационных отчислений;

$r_{ТО}$ – норма отчислений на техническое обслуживание, 5,8%;

$C_{кп}$ – цена за 1 л консервирующего препарата, руб/л;

Q_k – расход консервирующего препарата, л/т;

m – номер шага расчёта ($m=1,2,\dots,n$);

Π_m – прибыль или доход (разница между притоком и оттоком денежных средств), получаемые на m – том шаге;

K_m – капитальные вложения на m – том шаге;

Введение

Актуальность темы. В настоящее время в Российской Федерации действует федеральная целевая программа, направленная на развитие агропромышленного комплекса: «Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы» [27]. Данная государственная программа направлена, в частности, на повышение сохранности и улучшение качества кормов в животноводстве.

Одним из перспективных направлений повышения сохранности стебельчатых кормов является создание условий для снижения микробиологической активности внутри рулонов прессованного сена [76, 99]. Обеспечение равномерной плотности в объёме прессованного сена с совокупности с внесением консервантов способствует сохранению качества кормов при длительном хранении [66, 103].

Работа выполнена в рамках основной научно-исследовательской работы Рязанского государственного агротехнологического университета на 2011 – 2015 гг. по теме №7 "Совершенствование технологий, разработка и повышение надежности технических средств возделывания, уборки, транспортировки и хранения сельскохозяйственных культур в условиях ЦФО РФ" (номер гос. рег. 012011744320).

Таким образом, совершенствование технологического процесса и пресс-подборщика для заготовки стебельчатых кормов с обработкой экологически безопасными консервантами, в частности, гуматами, является актуальной народнохозяйственной задачей.

Степень разработанности темы. Большой вклад в изучение сохранности прессованного сена внесли отечественные учёные. Изучению вопросов физико-механических свойств стебельчатых кормов и их прессования посвящены труды Алферова С.А., Андреева Н.Г., Виноградова В.И., Вольфа И.И., Горячкина В.П., Гутьяра Е.М., Долгова И.Н., Дутова В.Д., Жамьянова Ч.Д., Крагельского И.В., Майковского И.А.,

Некрашевича В.Ф., Пустыгина М.А., Раздорского В.Ф., Рожевича Р.Ю., Сахарова И.В., Соловьева А.М., Тулинова АА., Храпача Е.И., Чапкевича А.А и др. Оптимизации плотности прессования сена в рулоны посвящены работы Особова В.И. и Ифраимова Д.Н. Вопросами заготовки кормов с применением химических консервантов занимались Бышов Н.В., Дринча В.М., Иванов Д.В., Костенко М.Ю., Успенский И.А. и др. Вопросами получения и применения гуматов занимались Измайлов А.Ю., Марченко О.С., Резник Е.И., Сорокин К.Н. и др. Тем не менее ряд вопросов, касающихся совершенствования заготовки стебельчатых кормов, требует дальнейшего рассмотрения. В частности, более подробного изучения требуют вопросы распределения плотности внутри рулона как в радиальном направлении, так и по ширине. Также значительный интерес представляют исследования новых экологически чистых консервирующих веществ для обеспечения сохранности сена и устройств для их внесения в процессе прессования. Актуальность и практическая значимость данной тематики обусловили выбор темы, постановку цели, задач и структуру диссертационного исследования.

Цель исследования – повышение сохранности прессованного сена совершенствованием процесса и пресс-подборщика для заготовки стебельчатых кормов с обработкой гуматами.

Объект исследований – технологический процесс и пресс-подборщик для заготовки стебельчатых кормов, в частности, прессованного сена с обработкой гуматами.

Предмет исследований – закономерности технологического процесса заготовки стебельчатых кормов, в частности, прессованного сена, с обработкой гуматами.

Научную новизну работы составляют:

- усовершенствованный технологический процесс заготовки стебельчатых кормов, содержащий технологические приёмы разравнивания валка перед прессованием и его обработку гуматами;

- теоретическое и экспериментальное обоснование конструктивно-технологической схемы пресс-подборщика для заготовки стебельчатых кормов, параметров и режимов работы его разравнивающего устройства и установки для внесения гуматов.

Новизна технических решений подтверждена патентами РФ №147211; №157147 [87, 88].

Практическую значимость работы составляют теоретически и экспериментально обоснованные конструктивно-технологические схемы разравнивающего устройства и установки для внесения гуматов пресс-подборщика для заготовки стебельчатых кормов, их параметры и режимы работы; результаты оценки сохранности прессованного сена, заготовленного с применением усовершенствованного процесса и пресс-подборщика.

Методы исследований. Методологическую основу исследований составили методы теоретической механики, сопротивления материалов, математического и компьютерного моделирования, математической статистики и сравнительного эксперимента. Обработка результатов экспериментальных исследований проводилась на ЭВМ с использованием программ Statistica, MathCad, Excel. Оценка объектов исследований при проведении полевых и лабораторно-полевых испытаний производилась согласно ГОСТ 20915-2011, ГОСТ Р 52778-2007, ГОСТ 27262-87, ГОСТ 4808-87, ГОСТ 13496.17-95, ГОСТ 13496.4-93, ГОСТ 13496.2-91, ГОСТ 27548-97 [19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26]. Экономическая эффективность предлагаемых разработок определялась по общепринятой методике для научно-исследовательских работ и новой техники.

Положения, выносимые на защиту:

- усовершенствованный технологический процесс заготовки стебельчатых кормов, содержащий технологические приёмы разравнивания валка перед прессованием и его обработку гуматами;

- результаты теоретического и экспериментального обоснования конструктивно-технологической схемы пресс-подборщика для заготовки

стебельчатых кормов, параметров и режимов работы его разравнивающего устройства и установки для внесения гуматов.

- результаты оценки сохранности прессованного сена, заготовленного с применением усовершенствованного процесса и пресс-подборщика, и технико-экономической эффективности предлагаемых решений.

Достоверность результатов исследований. При проведении экспериментальных исследований использовались современные методики, приборы и установки. Результаты теоретических исследований в достаточной мере согласуются с полученными экспериментальными данными. Результаты, полученные в ходе выполнения работы, согласуются с результатами, опубликованными в независимых источниках по тематике исследования, и прошли широкую апробацию в печати, на международных и всероссийских научно-практических конференциях.

Реализация результатов исследований. Производственные испытания показали высокую эффективность применения технологических приёмов разравнивания валка перед прессованием и его обработки гуматами - получено сено 1 класса. Усовершенствованный технологический процесс заготовки стебельчатых кормов внедрен в производственную деятельность ЗАО «СХП Семёновское» Ступинского района Московской области.

Вклад автора в решение научно-технических задач состоит в совершенствовании технологического процесса заготовки стебельчатых кормов, разработке конструктивно-технологической схемы пресс-подборщика для заготовки стебельчатых кормов, проведении теоретических и экспериментальных исследований, обработке и интерпретации полученных результатов, написании научных статей и оформлении патентных заявок.

Апробация результатов. Основные положения диссертации докладывались на Второй и Третьей региональных конференциях молодых учёных «Инновационные методы решения научных и технологических задач Рязанской области» ГБОУ ВПО РГРТУ(2014 – 2015 годы); на Восьмом Всероссийском конкурсе достижений талантливой молодёжи «Национальное

Достояние России» (Непечино, 2014 г.); на Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых учёных вузов Минсельхоза РФ в номинации «Технические науки» (I этап – ФГБОУ ВПО Рязанский ГАТУ, II этап – ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ имени императора Петра I; III (заключительный) этап ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ, 2015 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ объемом 4,85 п. л., в том числе авторских – 4 п. л., из которых 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК, 2 патента РФ на полезную модель.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 128 наименований, работа изложена на 157 страницах, содержит включает 30 рисунков и 14 таблиц, 5 приложений.

1. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И СРЕДСТВ ЗАГОТОВКИ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ

1.1. Анализ технологий заготовки стебельчатых кормов

Сено является одним из основных грубых кормов в рационе жвачных животных. Из него в зимний период времени животные получают около половины кормовых единиц и перевариваемого протеина. Многие виды сена (бобовые, бобово-злаковые) богаты полноценным протеином, минеральными веществами, углеводами, каротином [115].

В последние годы было признано, что наиболее эффективной технологией заготовки сена является его прессование в рулоны. Это позволяет улучшить сохранность, уменьшить затраты труда при заготовке и перевозке. При заготовке прессованного сена в 2 – 2,5 раза сокращаются потери листьев [71,115].

Однако при применении рулонной технологии заготовки сена существует сдерживающий фактор - относительно узкий диапазон влажности прессуемой массы (18 – 22%) [115]. Данный фактор не всегда удается выдержать в том числе и при благоприятных условиях. А при более высоком содержании влаги корм начинает портиться, возникает явление «самосогревания», связанное с жизнедеятельностью микроорганизмов.

Для заготовки прессованного сена в рулоны при повышенной влажности в настоящее время применяют различные технологии: с использованием химических консервантов, досушка активным вентилированием или герметизация рулонов полиэтиленовой пленкой для приготовления сенажа.

Досушивание сена активным вентилированием применяется почти во всех зонах страны при заготовке рассыпного, измельченного и прессованного сена. При заготовке прессованного сена скошенная масса должна провяливаться в валках до влажности 30 – 35 %. Затем массу подвозят к месту хранения, укладывают в вентиляционные устройства и досушивают до

влажности (17 %), продувая через нее атмосферный или подогретый воздух, который продувают в вертикальном направлении снизу вверх, реже в радиальном - от центра наружу. Продолжительность сушки в зависимости от влажности массы и погодных условий колеблется от 6 до 10 суток. Перерывы в вентилировании с начала сушки не должны превышать 4 – 5 ч [38].

Воздухораспределительные каналы при досушивании прессованного сена в скирдах делают из тюков.

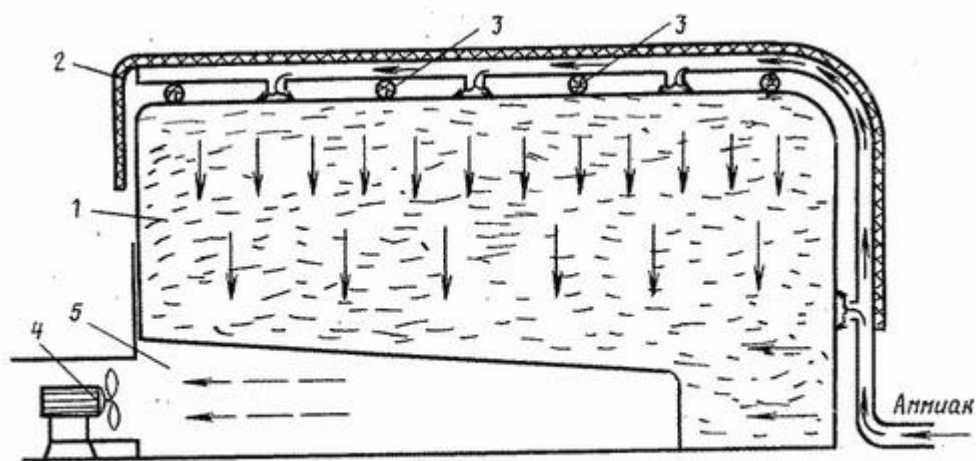
При заготовке сена методом активного вентилирования могут применяться как стационарные установки, установленные в сенохранилищах (сараях), под навесом или на открытых площадках, изготовленные непосредственно в хозяйстве, так и серийные установки, выпускаемые промышленностью. Применение стационарных установок осложняется тем, что их возможно использовать один раз в сезон, в то время как серийные установки типа: УВС-ЮМ, УВС-16, УДС-300 и др. – можно использовать несколько раз, извлекая из скирдов высушенного сена и устанавливая в скирды недосушенного. Подача воздуха может осуществляться различными типами вентиляторов: осевыми вентиляторами (ВО-6-290-11, К-23 и др.) и центробежными (ВЦ-4-70 №10, ВЦ-4-70 №12 и др.). Подогрев воздуха производится воздухоподогревателями ВПТ-600, ВПТ-400, ТАУ-0.75, ТАУ-1.5; теплообменниками КВБ-12; электрокалориферами СФОЦ-60 [1, 38].

Достоинствами данной технологии является то, что активное вентилирование при досушивании сена позволяет уменьшить зависимость уборочных работ от неблагоприятных условий, сокращает механические и биологические потери и улучшает питательную ценность корма.

Недостатками данной технологии является: высокие трудо- и энергозатраты; необходимость соблюдения режимов работы установок для досушивания сена, так как для оптимального досушивания сена температура подогретого воздуха не должна превышать 50 – 60 °С, а относительная влажность подаваемого воздуха не должна превышать 70%; пересушивание сена до влажности менее 17% приводит к увеличению затрат энергии, в то

время как пересушенная масса будет впитывать влагу из окружающего воздуха [1].

Известен также «Львовский способ подготовки грубых кормов к хранению» (рисунок 1.1), совмещающий в себе досушку активным вентилированием предварительно провяленной массы и внесение химических консервантов. При данном способе консервант подаётся в газообразном состоянии перед активным вентилированием, при котором продувку воздухом массы осуществляют в противоположном направлении, направлению подачи консервирующего препарата [90].



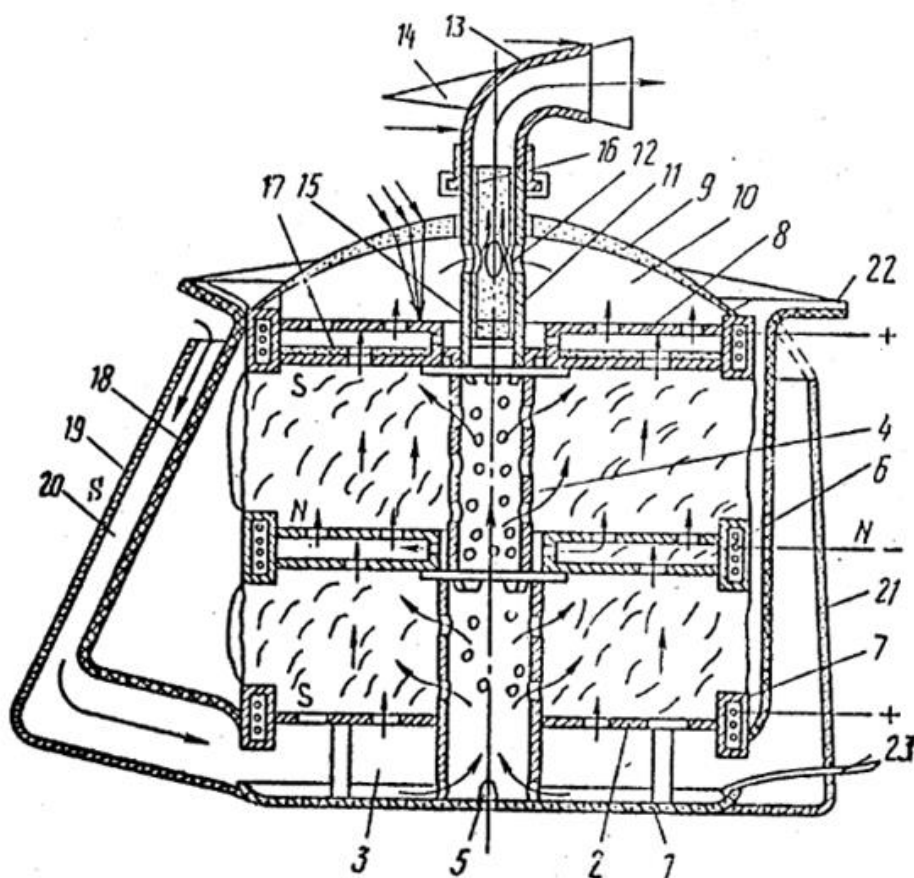
1- масса корма, 2 – полог, 3 – подкладки, 4 – вентилятор, 5 – вентилирующий канал.

Рисунок 1.1 – Схема «Львовский способ подготовки грубых кормов к хранению» [90]

Недостатком данного способа является то, что трудно обеспечить равномерность движения воздуха как между рулонами, так и внутри рулона, что будет снижать эффективность проникновения консервирующих веществ внутрь рулона.

Известен способ приготовления и хранения сена активным вентилированием с одновременной обработкой переменным магнитным

полам и газообразным консервантом[92]. Способ осуществляется при помощи устройства представленного на рисунке 1.2.



1 – емкость, 2 – плоскость, 3 – полость, 4 – труба, 5 – нижние торцевые окна, 6 – канал, 7 – сеть электромагнитных катушек, 8 – приточный клапан, 9 – крыша в виде линзы, 10 – полость, 11 – вытяжная труба, 12 – окна, 13 – патрубок, 14 – флюгер, 15 – емкость, 16 – капиллярный трубчатый элемент, 17 и 21 – зеркальная пленка, 18 – черная труба, 19 – полость, 20 – полость, 22 – козырек, 23 – трубка.

Рисунок 1.2 – Устройство для приготовления и хранения сена [92]

Устройство для приготовления и хранения сена работает следующим образом: на плоскость 2 укладывается слой массы, на котором размещается дополнительный приточный канал в виде полого электромагнита. Затем труба 4 удлиняется и на канал 6 укладывается еще слой массы и т.д. В

конечном счете устанавливается верхний зачерненный приточный канал 8 с зеркальной пленкой 17 внутри, на нем крепится крыша в виде линзы 9, а на трубе 4 вытяжная труба 11 с патрубком 13. В емкость 15 заливается щелочной раствор. После этого крепится солнечный коллектор. В емкость 1 с помощью трубки 23 подводится смесь муравьиной кислоты и формальдегида. Воздушный поток улавливается козырьком 22 и направляется в полость 19 и огражденными зеркальной пленкой 21. Лучи поглощаются черной трубой 18, которая, нагреваясь, отдаст тепло воздушному потоку, который направляется в полость 3 над емкостью 2, дно которой выполнено зеркальным, что снижает теплопотери. Муравьиная кислота и формальдегид, нагреваясь, поднимаются вместе с воздушным потоком в массу, блокируя процессы распада питательных веществ. Одновременно при этом масса обрабатывается переменным электромагнитным полем за счет кратковременного включения в сеть электромагнитных катушек 7 [92].

Электромагнитное переменное поле ускоряет отдачу тканями воды[92].

Воздух в массе, увлажняясь, поднимается вверх, что усиливает приток воздушного потока из полости 20 солнечного коллектора[92].

Влажный воздух попадает в полость 10 под линзой, где он подогревается, что усиливает приточно-вытяжную вентиляцию. Нагреву воздуха в полости способствует то, что верхняя поверхность приточного канала 8 зачернена и расположена в фокальной плоскости линзы 9, а внутри его полости закреплена зеркальная пленка 17, предотвращающая теплопотери [92].

Нагретый воздух вытягивается вытяжной трубой 11 через окна 12. Тяга еще в большой степени повышается за счет использования эжектирующего эффекта, создаваемого вытяжным патрубком 13, который всегда с помощью флюгера автоматически располагается по направлению ветра. Приточно-вытяжная вентиляция усиливается за счет того, что в вытяжной трубе 11 воздух увлажняется благодаря наличию емкости 15 с капиллярным

трубчатым элементом 16, выстилающим внутреннюю поверхность вытяжной трубы 11 [92].

Избыток муравьиной кислоты и формальдегида нейтрализуется щелочным раствором [92].

Следует отметить, что при обработке массы переменным электромагнитным полем, находящийся в ней формальдегид быстро переходит в муравьиную кислоту, поглощая при этом из массы кислород [92].

После сушки солнечный коллектор может быть снят [92].

Масса может транспортироваться к ферме вместе с устройством. После снятия массы все дополнительные приточные каналы 6, 8 располагаются на плоскости 2 коаксиально трубе 4, которая складывается, так как она выполнена в виде телескопа [92].

Недостатком данной конструкции является высокая материало- и энергоёмкость устройства, а также применение консервантов, которые могут быть опасны для человека или животного (формальдегид).

Для консервирования сенажа в полиэтиленовой пленке, траву необходимо провяливать до влажности 25 – 30%, рулоны должны иметь строго цилиндрическую форму, однородную плотность корма и обязательно обвязаны полипропиленовым шпагатом. Поэтому особые требования предъявляются пресс-подборщикам, которые должны обеспечивать равномерную плотность внутри рулона. Потери питательных веществ при таком хранении значительно меньше, чем при традиционном способе приготовления сенажа и силоса [115].

Достоинством данной технологии является то, что каждый рулон корма обмотан (упакован) в полиэтиленовую пленку и представляет собой герметичное минихранилище, а также данная технология исключает ручной труд.

Однако у данной технологии есть и свои недостатки: необходимы дополнительные затраты на приобретение обмотчика рулонов; при

повреждении оболочки рулона в него проникает воздух, который вызывает появление плесени; возникает проблема утилизации полиэтиленовой пленки после распаковывания и скармливания сена животным.

Химическое консервирование основано на бактерицидном и фунгицидном действии химических препаратов, угнетении и инактивации микрофлоры, что предотвращает самосогревание и плесневение корма.

При заготовке рассыпного сена влажность 22 – 23 % в качестве консерванта обычно применяют поваренную соль, посыпая слои сена постепенно с заполнением хранилища из расчёта 4 – 5 кг/т.

При заготовке прессованного сена химические консерванты могут вноситься как непосредственно в поле в процессе прессования, так и при закладке его в хранилища.

При внесении химических консервантов во время закладки сена в хранилища применяются специальные инъекторы, выполненные в виде шприца с перфорированным наконечником, или опрыскиватели [91]. При донном способе внесения в качестве консерванта как правило применяется безводный аммиак, при его применении необходимо учитывать тот факт, что он достаточно быстро принимает газообразную форму, поэтому скирды накрывают полиэтиленовой плёнкой, под которой сено консервируется в течение 3 – 4 дней [121].

Последнее время наибольшую популярность получил способ внесения консервантов в поле во время прессования сена. Для этого применяются различные отечественные и зарубежные аппликаторы, с помощью которых происходит внесение консервирующих препаратов. В качестве консервантов при данном способе внесения используются различные кислоты.

Внесение бензойной кислоты (C_6H_5COOH) производится в следующих пропорциях: при заготовке прессованного сена влажностью 27 – 28% норма расхода составляет 2,5 кг/т с добавлением 6 кг/т NaCl; при влажности сена 33 – 35% норма расхода составляет 4 – 6 кг/т соответственно. Внесение бензойной кислоты позволяет увеличить питательную ценность сена по

следующим показателям: сухое вещество в 1,3 раза; сырой белок в 1,59 раза; обменная энергия в 1,38 раза; каротин в 1,83 раза [85, 95].

При заготовке сена повышенной плотности в процессе заготовки, транспортировки и хранения увеличиваются потери белковой части растений. В оптимальных условиях заготовки и хранения сена потери питательных веществ минимальны и без применения консервантов, но при заготовке сена с повышенной влажностью потери резко увеличиваются. Экспериментальные исследования, которые выполнены Дринча В.М., показали, что применение 1% пропионовой кислоты на 1 т. сена влажностью 32% позволяют предотвратить процесс самосогревания и исключить возможность образования плесени, таким образом уменьшить потерю питательных веществ в 1,3-1,4 раза. [39, 41]

Для повышения сохранности прессованного сена также может применяться смесь пропионой ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) и муравьиной (HCOOH) кислот в соотношении 80/20. Доза внесения при влажности сена 30% составляет 1,5 – 2% от массы, при влажности 40% – 3 – 3,5%, данные нормы расхода позволяют предотвратить плесневение корма [57, 64, 104].

Также применяется концентрат низкомолекулярных кислот (КНМК), состав которого представляет смесь уксусной (CH_3COOH) 30 – 35%, муравьиной (HCOOH) 25 – 28%, пропионовой ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$) 5 – 9%, масляной ($\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$) не более 5% кислот и воды 30 – 35%. Доза внесения при влажности сена 25 – 40% будет составлять 1,25 – 3,8% [64].

В соответствии с действующим перечнем вредных и опасных факторов применяемые консерванты относятся к вредным для здоровья человека веществам. В связи с этим к работе должны допускаться лица, подробно ознакомленные с инструкцией по их применению и специально обученные обращению с ними. При этом необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

- при работе с химическими консервантами работники должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты;

- при попадании химических веществ на кожу необходимо промыть это место водой с мылом;

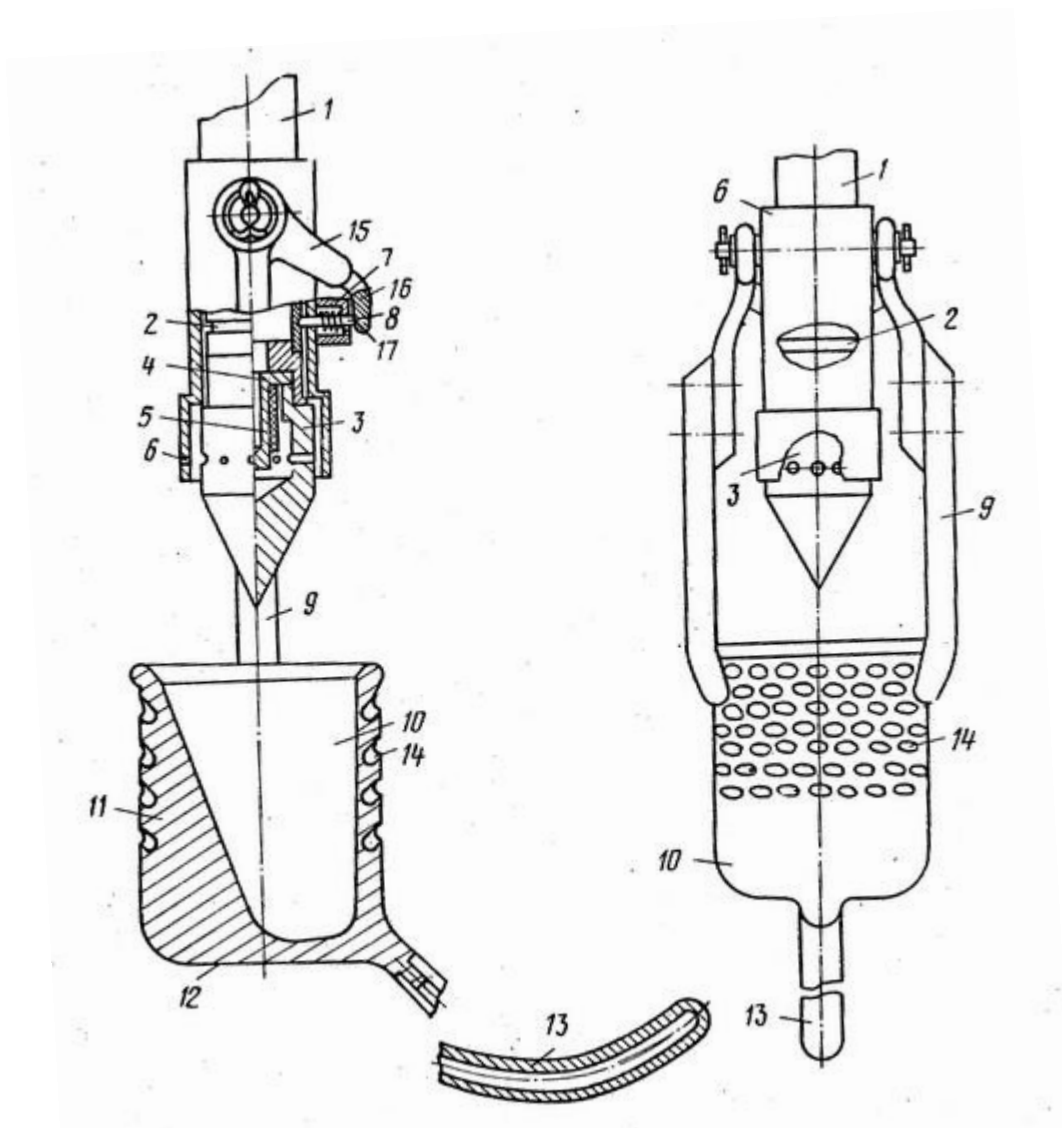
- при попадании в глаза – обильно промыть водой и отправить пострадавшего к врачу.

Технология химической консервации является перспективным направлением, обеспечивающим сохранность сена, повышение его питательной ценности и усвояемости. Однако необходимо провести изыскание консервантов, отвечающих требованиям экологической чистоты, обеспечивающих сохранение питательных свойств сена при длительном хранении и благоприятно влияющих на организм животных.

Внесение консервантов в растительную массу возможно производить непосредственно перед закладкой сена на хранение. Для этого используется иньектор для внесения консервантов (рисунок 1.3) [91].

Иньектор работает следующим образом [91]: «Иньектор получает поступательное вертикальное движение по направлению к сырью. После касания сырья поводком емкость начинает поворачиваться в вертикальной плоскости к экрану. Собачка освобождает подпружиненный штифт, который выходит из канавки. Поворот емкости происходит таким образом, что освобождается наконечник и игла иньектора беспрепятственно входит в сырье. При внедрении иньектора в толщу сырья экран перемещается по игле иньектора как по направляющей. При этом емкость находится на поверхности сырья в горизонтальном положении. Раствор вносится в сырье в процессе движения иньектора. После внесения консерванта игле сообщается поступательное движение вдоль ее оси от сырья. Емкость находится на поверхности сырья до тех пор, пока экран перемещается вдоль иглы иньектора вниз, до исходного положения. При этом защитный экран перекрывает отверстия наконечника. Далее емкость начинает поворачиваться в исходное положение, опираясь на сырье сначала ковшом, затем поводком и занимает вертикальное положение под наконечником. Штифт под действием собачки заходит в канал. Струи раствора, в случае вытекания из отверстий

наконечника, гасятся экраном и направляются в емкость. Консервант, накапливающийся в емкости, выливается на растительное сырье при следующем внедрении инъектора. Капли консерванта, которые текут по наружной поверхности емкости, задерживаются карманами» [91].



1 – игла, 2 – канавка, 3 – наконечник, 4 – клапан, 5 – нипель, 6 – защитный экран, 7 – фиксатор, 8 – пружинный штифт, 9 – кранштейн, 10 – емкость, 11 – ковш, 12 – донная часть, 13 – поводок, 14 – карман, 15 – замок фиксатора, 16 – собачка, 17 – упорная поверхность.

Рисунок 1.3 – Общий вид инъектора [91]

Применение данной технологии позволяет снизить потери консерванта, однако при этом данная технология обладает высокими трудозатратами, распределение консерванта происходит неравномерно по объёму растительной массы, тем самым снижается эффективность от использования консервантов.

Поэтому в настоящее время всё большее распространение получает технология внесения жидких консервантов в процессе прессования сена.

Для внесения консервантов в процессе заготовки кормов известны: «Устройство для обработки силосуемых кормов жидкими консервантами» и «Способ обработки силосуемых кормов биоконсервантами и устройство для его осуществления» [49, 50, 86, 89]

Для внесения жидких консервантов в растительную массу во время уборки применяются такие устройства как ОВК-Ф-1, монтируемое на пресс-подборщик ПРП-1,6. Оборудование монтируется на снице пресс-подборщика ПРП- 1,6. Привод получает от гидравлической системы пресс-подборщика. Консервант подается под давлением от насоса-дозатора [8, 48, 94, 117].

Аналогом данного устройства является аппликатор обработки сена консервантами в процессе уборки FH – 1 [8, 40, 42]. Он используется для обработки химическими консервантами сена повышенной влажности при уборке его пресс-подборщиками. Аппликатор может устанавливаться на рулонных пресс-подборщиках ПРП-1,6, ППЛ-Ф-1,6 (рисунок 1.4) [40, 42]

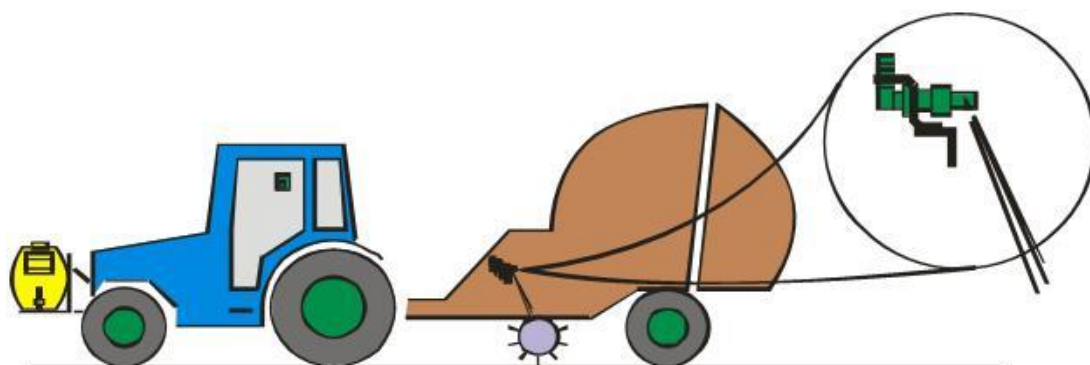
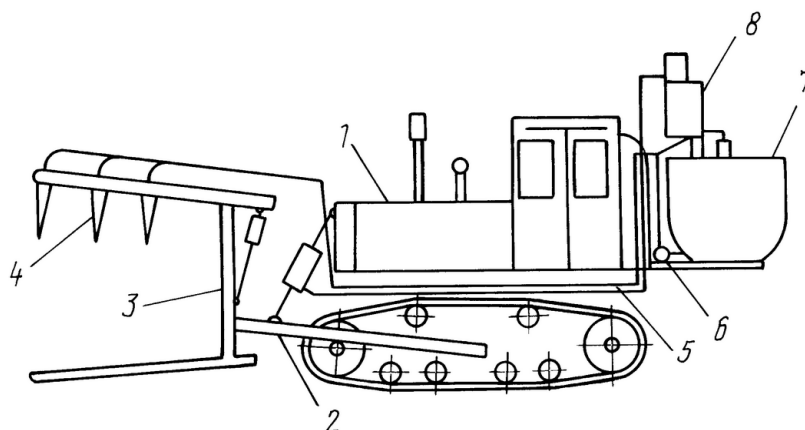


Рисунок 1.4 – Схема размещения аппликатора FH-1

Недостатком данного устройства является невозможность регулирования подачи консерванта в зависимости от плотности внутри рулона [94].

Тамбовским институтом химического машиностроения разработан «Агрегат для внесения консервирующих препаратов в растительную массу» (Рисунок 1.5) [93].



1 – трактор, 2 – навесная система, 3 – захватывающее устройство, 4 – иньекторы, 5 – напорная магистраль, 6 – насос, 7 – емкость для консерванта, 8 – дозирующее приспособление.

Рисунок 1.5 – Общий вид агрегата для внесения консервирующих препаратов в растительную массу.

Агрегат работает следующим образом: захватывающее устройство агрегата забирает порцию растительной массы, внедряя в нее иньекторы. Затем для перевозки к месту хранения навесная система трактора поднимает захватывающее устройство с растительной массой. Далее начинается подача консерванта через напорную магистраль и иньекторы в растительную массу в соответствии с порцией. После чего происходит выгрузка растительной массы и прекращение подачи консерванта.

Недостатком данного агрегата является то, что иньекторы расположены только в верхней части захватывающего устройства, что приводит к неэффективному использованию консерванта, который

неравномерно распространяется по всему объёму растительной массы, так как верхние слои получают больше консерванта, чем нижние.

Наиболее совершенным является «Устройство для внесения консервирующих препаратов в растительную массу» (рисунок 1.5), разработанное на базе Государственного научного учреждения «Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук» (ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии) [48, 51, 63, 94].

Принцип работы разработанного устройства [94] заключается в следующем: «При работе трактора насос, подключенный к общей электрической сети трактора, создает постоянное давление в системе трубопроводов, которое устанавливается регулятором давления, выполненным в виде предохранительного клапана. в подающем устройстве, при поступлении растительной массы в пресс-подборщик прижимная решетка с клавишами дублирования меняет свое положение и перемещается вверх, за счет чего подает сигнал на регулирующие расход консерванта датчики, которые открывают электромагнитные форсунки при помощи электрической связи. При этом консервант по системе трубопроводов поступает к форсункам через счетчик импульсов, связанный со счетчиком расхода жидкости и дозирующим устройством» [63, 94].



1 – емкость для консерванта; 2 – насос постоянного давления; 3 – счетчик импульсов; 4 – электронный счетчик расхода консерванта; 5 – система трубопроводов; 6 – штанга с форсунками и дублирующим толщину валка элементом

Рисунок 1.6 – Общий вид устройства для внесения консервирующих препаратов в растительную массу [63].

Достоинством данного устройства по сравнению с аналогами является то, что подача консервирующих препаратов производится в зависимости от объема подаваемого сена, что повышает равномерность распределения консерванта по всему объему рулона.

Недостаток данного устройства состоит в том, что при подаче консерванта не учитывается неравномерность плотности прессуемого сена внутри рулона, что приводит к нерациональному использованию консервирующих препаратов.

Анализ показал, что наиболее эффективным способом обеспечения сохранности прессованного сена является применение химических консервантов непосредственно в процессе прессования рулонов сена. Эффективность применения и расход консервантов зависит от плотности рулонов прессованного сена. В качестве консервантов следует использовать

вещества, обладающие бактерицидными и фунгицидными свойствами, при этом не оказывающие вредного воздействия на организм животных и человека [108, 114].

1.2 Анализ технических средств для заготовки прессованного сена

Заготовка прессованного сена производится пресс-подборщиками. Их принцип работы заключается в следующем: провяленная растительная масса подбирается из валка, подается в прессовальную камеру, спрессовывается до заданной плотности, после чего полученный спрессованный объем сена фиксируется.

Широкое распространение получили поршневые и рулонные прессы, последние с прессовальной камерой переменного и постоянного объема. Поршневые и рулонные пресс-подборщики принципиально отличаются организацией процесса прессования [37,79,107].

В поршневых прессах формирование тюка заключается в прессовании отдельных порций сена путем возвратно-поступательного движения поршня в прессовальной камере. Недостатком данной конструкции является то, что с одной стороны прессовальной камеры установлен нож с противорежущей пластиной, которая отрезает излишки поступающей порции сена, в результате чего возрастают энергозатраты. Также недостатком прямоугольных тюков является необходимость их укрытия от осадков. К достоинствам данной технологии можно отнести то, что благодаря прямоугольной форме тюка уменьшаются размеры хранилищ, снижаются энергозатраты на транспортировку и измельчение сена [79, 96, 99].

В рулонных прессах процесс формирования рулона заключается в непрерывном наматывании потока растительной массы на сердцевину до заданного диаметра.

Рулонные пресс-подборщики с камерой переменного объема образуют

рулоны с сердцевинной высокой плотности, с камерой постоянного объема - рулоны с сердцевинной низкой плотности [96, 107].

В рулонных пресс-подборщиках с камерой переменного объема прессующими органами являются резиновые бесконечные ремни (ленты), которые формируют камеру. Механизм натяжения ремней регулирует силы, прилагаемые к лентам, и обеспечивает достаточное расслабление в результате увеличения тюка. В результате рулон имеет плотную сердцевину.

В данном типе пресс-подборщиков получают рулоны с плотным центром за счёт того, что уплотнение и свертывание высушенной стебельчатой массы происходит сразу же при поступлении её в камеру. У этих машин камера прессования имеет переменный объём и увеличивается по мере навивки рулона. Учитывая неравномерность вала по ширине захвата, в средней части рулона наблюдается повышенная степень прессования, что приводит к вытягиванию ремней в середине рулона и параметрическим отказам.

К этой группе машин относятся пресс-подборщики: «Хесстон» (США) ПРП-1,6 (Россия), модели фирмы «Вермер», К-442 (Германия), и др. [70, 126, 128]. Эти и подобные пресс-подборщики позволяют прессовать сено влажностью до 20% в рулоны массой до 400 кг. Рулон образуется в результате трения материала, подаваемого подборщиком, о движущийся бесконечный ремень. Основные технические характеристики данных машин представлены в приложении Б.

В пресс-подборщиках с камерой постоянного объема прессующими органами являются валки, планчатые транспортёры. Объём камеры образует прессующий механизм. Процесс формирования рулона происходит за счёт постепенного уплотнения рулона с внешней стороны, в результате чего образуются рулоны с сердцевинной низкой плотности. Высушенная стебельчатая масса, поступающая из валков в камеру, беспорядочно вращается до тех пор, пока камера не заполняется. Уплотнение сена снаружи приводит к тому, что передача давления от внешних слоёв к внутренним

происходит с некоторым запаздыванием (релаксация напряжений), расположение стеблей в этом случае будет оказывать существенное влияние на равномерность плотности сена внутри рулона, что может приводить к образованию зон с низкой плотностью внутри рулона, что будет способствовать проникновению влаги, развитию микробиологических процессов и, как следствие, снижению сохранности сена.

Пресс-подборщики с камерой постоянного объёма выпускают фирмы: «Ротаватор», «Кроне», «Вельгер», «Ховард», «Кпаас», «Викон» и другие [124, 125, 127, 128]. Достоинством данных пресс-подборщиков является высокая технологическая надёжность, высокая степень прессования рулонов, возможность прессования рулонов большей массы. Основные технические характеристики данных машин представлены в приложении Б.

Неравномерность валка по ширине захвата приводит к тому, что в средней части рулона наблюдается повышенная степень прессования. Данный недостаток характерен для пресс-подборщиков с камерами прессования переменного и постоянного объёма, это приводит к уменьшению плотности прессования по краям рулона, уменьшению массы рулона и снижению сохранности сена.

Анализ конструкции пресс-подборщиков показал, что пресс-подборщики с постоянной камерой прессования имеют наименьшие энергозатраты, высокую надёжность, позволяют формировать рулоны большой массы, в то же время из-за неравномерности подачи валка сена внутри рулона могут возникать зоны низкой плотности, которые приводят к образованию очагов поражения рулонов прессованного сена. Поэтому для повышения сохранности рулонов прессованного сена необходимо обеспечить равномерность поступления высушенной стебельчатой массы в прессовальную камеру и исключить образование очагов поражения сена за счёт применения консервирующих добавок.

1.3 Анализ применения гуматов при кормлении животных

Эффективность кормления животных зависит не только от питательности кормов, но и от их усвояемости. Большую роль в этом играют кормовые добавки, которые создают условия для активизации обменных процессов в организме животных. Гуматы являются кормовой добавкой, которая влияет на продуктивность животных.

«Гуминовые кислоты (гуматы) — это класс соединений, образованный в результате разложения органических веществ, в частности являются естественными составляющими питьевой воды, почвы и бурого угля [17, 52, 53]. Они подавляют рост бактерий и грибков, таким образом, уменьшают уровни микотоксинов в кормах» [126].

Гуминовые вещества вступают в соединения с ионами металлов, оксидов с образованиями растворов в воде, могут взаимодействовать с органическими соединениями, такими как алкены, жирные кислоты, капиллярно-активные вещества и пестициды. Особенностью гуматов является то, что они способны регулировать почвенные свойства, их используют для ускорения прорастания семян [119, 123, 128].

Гуматы или гуминовые кислоты получают широкое распространение в качестве кормовой добавки. По мнению многих авторов, применение гуминовых препаратов позволяет повысить питательную ценность кормов, укрепить иммунитет у животных, повысить их продуктивность. Проведенные экспериментальные исследования показали эффективность гуматов в качестве стимуляторов роста [29, 34, 68, 123, 126].

Эксперименты на бройлерных цыплятах показывают, что применение гумата натрия в качестве кормовой добавки способствует увеличению общего количества белка в мышцах, увеличению живого веса и сокращению потери птицы при её выращивании [126].

Применение гумата натрия при откорме кроликов является хорошим стимулирующим средством и способствует повышению сохранности животных [69].

В исследованиях Шаровой Л.Г. гумат натрия применялся в кормлении крупного рогатого скота и овец. По результатам исследований были получены оптимальные дозы внесения гумата в рацион коров, в частности первотелок. Внесение гуматов натрия в дозах 300 – 500 мг/кг живой массы привело к увеличению суточного удоя по сравнению с контрольной группой, также было установлено, что в дальнейшем коровы, рацион которых содержал гумат натрия, становились более продуктивными, обладая большим удоем по сравнению со своими сверстницами в контрольной группе. Применение гуматов в рационе бычков позволяет получать животных с большей убойной массой, при этом по химическому составу мясо отличается большим содержанием сухого вещества и жира [123].

В работах Косолапова И.Н., Косолаповой А.И., Мальцева А. Н. и др. исследовано влияние препарата «Кормогумат АС» при микотоксикозах у свиней. Применение «Кормогумата АС» при лечении микотоксикоза показало, что препарат обладает детоксикационным действием, уменьшает эффект от поражения организма микотоксинами, обладает антиоксидантными свойствами, содержание в препарате эссенциальных микроэлементов способствует улучшению обменных процессов [29, 30, 31, 32, 33, 34, 68].

Микотоксикоз – заболевания, обусловленные попаданием в организм микотоксинов, которые образуются в процессе жизнедеятельности ряда микроскопических (плесневых) грибов [74]. Применение гуматов в рационе препятствует развитию плесневых грибов, тем самым снижает количество микотоксинов, попадающих в организм животных, и снижает риск заболевания микотоксикозом [34, 126].

Исследования К.М.С. Islam, А. Schuhmacher, J.M. Gropp, связанные с применением гуматов в животноводстве показали, что [126]:

- гуматы стабилизируют кишечную флору, в результате чего происходит лучшее усвоение питательных веществ корма и тем самым происходит увеличение живой массы у животных при том же количестве съедаемого корма;

- телята, родившиеся от коров, в рационе которых присутствовали гуматы, обладали большей массой;

- у животных, в рационе которых применялись гуматы, выявлено резкое снижение выработки гормона стресса;

- гуматы положительно влияют на функции печени и защищают от болезней;

- применение гуматов способствует улучшению иммунных свойств у животных, в частности, снижает риск заболевания диареей и другими пищеварительными расстройствами.

Гуматы положительно влияют на микроэлементный состав крови – повышается содержание железа в крови. Железо входит в состав гемоглобина и участвует в переносе кислорода к тканям организма животных. Снижение железа в организме животных приводит к возникновению гипоксии [29, 116, 123, 126].

Исследованиями Костенко М.Ю., Шаровой Л.Г., Schuhmacher А. установлено, что гуматы угнетают, клостридии, энтерококи, бактерии группы кишечной палочки, плесневые грибы [123, 126].

Так как гуматы обладают бактерицидным и фунгицидным действием, то они могут быть применены в качестве консервирующей добавки для сена. Таким образом гуматы будут способствовать обеспечению сохранности сена, а сено будет содержать кормовую добавку, способствующую повышению продуктивности животных.

1.4 Анализ выполненных исследований процесса заготовки стебельчатых кормов

Сохранность прессованного сена зависит от способа уборки. Для оценки различных способов уборки были проведены опыты В.И. Виноградовым [12, 13, 14] и В.Т. Коротаевым [15, 58]. На длительные хранения были взяты 21 тонна клеверного и пырейного сена, в прессованном и в рассыпном виде.

Влажность сена как прессованного, так и рассыпного, колебалась в пределах 14 – 20 %. Прессованное сено различной плотности (80 – 400 кг/м³) укладывали в скирды [80]. Результаты сравнительной и качественной оценки кормов даны в приложении В. Также качество сена оценивалось по количеству сухого вещества и протеина, данные исследования были проведены Грановой Л.А. [28]. Длительность опыта составила 100 дней (таблица 1.1)

Таблица 1.1 – Потери сухого вещества, сырого протеина при заготовке и хранении (100 дней), %

Сено	Сухое вещество	Сырой протеин
Естественной сушки (влажности при заготовке 18-22%) - контроль	38,1	42,5
Естественной сушки (влажность 15-18%), I-вариант	64,5	68,8
Искусственной сушки подогретым воздухом (влажность 25-35%), II-вариант	5,8	4,3

Примечание: I – естественная сушка (влажность при подборе с поля 15-18%), II вариант – искусственная сушка подогретым воздухом (влажность при подборе 25-35%)

При хранении прессованного сена в рулонах опасность самовозгорания

уменьшается, так как образующиеся между ними промежутки создают условия для удаления увлажненного воздуха. Особенно эффективны в этом отношении малогабаритные рулоны, имеющие площадь поверхности обдува больше в 2 – 3 раза по сравнению с обычными крупногабаритными рулонами [16, 75,120].

Оптимальная плотность прессования сена в рулоны с влажностью 35 – 45% согласно работам В.И. Особова [79, 82] и Д.Н. Ифраимова [54] при досушивании рулонов активным вентилированием составляет 100 –150 кг/м³. Такая плотность обеспечивает надежное просушивание до кондиционной влажности.

По данным академика Попова И.С. [96], из того, что имеет растение, в листьях содержится 80% протеина, более половины всех азотистых экстрактивных веществ и лишь около 20 % клетчатки; каротина — в 6–20 раз больше, чем в стеблях. При уборке сена в рассыпном виде потери сена составляют 26,92 %, тогда как при заготовке сена в прессованном виде - всего лишь 11,73%, то есть менее, чем в два раза.

Питательность сена снижается не только потерями листочков соцветий, но и путем создания благоприятных условий для деятельности низших организмов (плесени и грибов) под влиянием атмосферных осадков. Кроме того, сено, убранное в дождливую погоду, хуже усваивается организмом животного. Если луговое сено, убранное в хорошую погоду, было усвоено организмом на 55,9%, то в дождливую погоду - на 46,0%, а начавшее загнивать - лишь на 40,4 % [3, 118].

Таким образом, повышение равномерности плотности сена в рулоне, внесение консервантов будут способствовать повышению сохранности, снижению очагов развития плесневых грибов и гнилостных бактерий.

Изучению вопросов физико-механических свойств сено-стебельчатых материалов и прессования сена и соломы посвящены труды Алферова С.А. [4, 5], Андреева Н.Г. [6, 7], Виноградова В.И. [12, 13, 14], Горячкина В.П. [18], Гутьяра Е.М. [35], Долгова И.Н. [36, 37], Дутова В.Д. [43, 44, 45],

Жамьянова Ч.Д. [47], Канафойского И.К. [43], Крагельского И.З. [62], Майковского И.А [67], Особова В.И. [78, 79, 80, 81, 82, 83], Пустыгина М.А. [97], Раздорского В.Ф. [98], Рожевича Р.Ю. [100], Сахарова И.В. [102], Соловьева В.М. [105], Тулинова АА. [117], Храпача Е.И. [122], Швендера Г.Ф. [98] и других авторов.

Швендер Г.Ф., Раздорский В.Ф. [98] считают, что прочность растения определяется особенностью строения стебля. Рожевиц Р.Ю. [100] объясняет высокие механические свойства стеблей их анатомическим строением.

Изучая строение стебля Раздорский В.Ф. [98] и Андреев А.Г. [7] рассматривают растение как комплекс отдельных тканей, образующих целостную конструкцию, способную противостоять механическому воздействию, что позволяет полнее представлять физико-механические свойства сельскохозяйственных растений. Стебли обладают высокой механической прочностью. Так, предел прочности составляет $\sigma_{\text{в}} = 19,6\text{--}11,27 \text{ кг/мм}^2$. Увеличение влажности и длины стебля способствует повышению предельной прочности. Нагрузочная характеристика стеблей подчиняется закону Гука вплоть до момента разрыва.

Наиболее важной характеристикой сено-стебельчатых материалов, которая влияет на процесс прессования, является коэффициент внутреннего трения. Изучением коэффициента внутреннего трения занимались Виноградов В.И., Жамьянов Ч.Д., Тулинов А.А., Особов В.И., Дутов В.Д., ими экспериментально установлено, что с повышением влажности растёт коэффициент трения сено-стебельчатых материалов (приложение Г).

На основе анализа проведённых исследований установлена зависимость коэффициента трения от влажности сено-стебельчатого материала. Так, при увеличении влажности внутреннее трение возрастает.

Для правильного выбора формы и размеров рабочих органов машин важным показателем является радиус изгиба стеблей, который влияет на прочность при изгибе. Сравнительные данные радиуса изгиба позволяют обосновать деформацию сено-стебельчатого материала в пределах упругих

деформаций, чтобы исключить потери в процессе прессования. На основании экспериментальных данных Дутовым В.Д. [44, 45] предложена эмпирическая формула для определения критического радиуса изгиба стебля в зависимости от его влажности:

$$R = a_1 W - b_1, \quad (1.1)$$

где R – радиус изгиба стебля, м;

W – влажность стебля, %;

a_1 – постоянный коэффициент, м/%;

b_1 – постоянный коэффициент

Так, с увеличением влажности до 30 – 35% возможно уменьшение радиуса изгиба стебля без его повреждения.

Также Дутовым В.Д. [36] установлено, что радиус изгиба стеблей зависит от их диаметра.

$$R = a_2 d_c + b_2, \quad (1.2)$$

где a_2, b_2 – постоянные коэффициенты,

d_c – диаметр стебля, м.

Сено-стебельчатые материалы имеют весьма неоднородную структуру и включают в себя стебли, листочки и соцветия, расположенные произвольным образом, что определяет протекание процессов деформации во времени, то есть релаксацию усилий и напряжений внутри рулона. Так, при прессовании сена с течением времени снижаются внутренние напряжения, что представляет собой явление релаксации [56, 65, 77]. Курнаковым Н.С. высказано предположение, что релаксация напряжений является рядом сложных процессов, возникающих при деформации упругих материалов [65].

При деформации стебельчатых материалов в них нарушается равновесие и возникают релаксационные процессы, которые стремятся к равновесию участков деформируемого объекта. Курнаков Н.С. установил, что скорость релаксации, зависит от вида материала и внешних

условий [65, 77]. При этом релаксация происходит с неизменной суммарной деформацией объекта [77],

$$\delta_0 = \delta_u + \delta_p = const, \quad (1.3)$$

где δ_0 – суммарная деформация, м;

δ_u — упругая деформация, м;

δ_p - пластическая деформация, м.

Курнаков Н.С. и Губкин М.И. считают, что скорость релаксации определяется не только скоростью деформации, но и свойствами сено-стебельчатых материалов [65].

Анализ выполненных исследований показал, что плотность рулонов прессованного сена зависит от формы и равномерности валка сена и релаксации стебельчатых материалов внутри рулона. Однако релаксация не может полностью устранить неравномерность распределения плотности сена внутри рулона. Рациональным является применение технологического приёма разравнивания валка перед прессованием.

Заключение

1. Существующие пресс-подборщики формируют рулоны с неоднородной плотностью, особенно по ширине захвата. Для повышения равномерности плотности сена внутри рулона рационально применение технологического приема разравнивания валка перед прессованием.

2. Анализ литературных данных показывает, что при хранении рулонов погодные условия и неравномерность прессования способствуют образованию очагов поражения внутри рулонов, поэтому рационально применение технологической операции внесения консервантов при работе пресс-подборщика.

3. В качестве консервантов рационально использовать гуматы, которые способствуют угнетению гнилостных бактерий и плесневых грибов, то есть обладают дезинфицирующими свойствами, тем самым повышая

сохранность прессованного сена, и помимо того являются кормовой добавкой.

1.5 Постановка задач исследований

По результатам анализа научно-производственного опыта в сфере технологий и средств для заготовки стебельчатых кормов в соответствии с целью исследования нами сформулированы следующие задачи исследований:

1. Усовершенствовать процесс заготовки стебельчатых кормов для повышения сохранности прессованного сена.

2. Теоретически и экспериментально обосновать конструктивно-технологическую схему пресс-подборщика для заготовки стебельчатых кормов, параметры и режимы работы его разравнивающего устройства и устройства для внесения гуматов.

3. Провести производственные испытания усовершенствованного процесса и пресс-подборщика для заготовки стебельчатых кормов с обработкой гуматами, с оценкой сохранности прессованного сена в рулонах.

4. Провести оценку технико-экономической эффективности усовершенствованного процесса и пресс-подборщика для заготовки стебельчатых кормов с обработкой гуматами.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА И ПРЕСС-ПОДБОРЩИКА ДЛЯ ЗАГОТОВКИ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ С ОБРАБОТКОЙ ГУМАТАМИ

2.1 Теоретические исследования распределения плотности стебельчатых кормов внутри рулона

Повышение сохранности прессованного сена зависит от распределения плотности стебельчатых кормов внутри рулона. Рассмотрим процесс формирования рулона в пресс-подборщике с прессовальной камерой постоянного объёма.

Секундная подача сена m_c (кг/с) в прессовальную камеру определяется погонной массой валка и скоростью пресс-подборщика [82]

$$m_c = q_v \cdot V_n, \quad (2.1)$$

где q_v – погонная (удельная) масса валка, кг/м;

V_n – скорость пресс-подборщика, м/с.

Удельная (погонная) масса валка (кг/м) определяется выражением

$$q_v = H \cdot L \cdot \gamma_o, \quad (2.2)$$

где H – высота валка, м;

L – ширина пресс-подборщика (прессовальной камеры), м;

γ_o – начальная плотность валка сена, кг/м³.

Пресс-подборщики с камерой прессования постоянного объёма выполняют рабочий процесс в 2 этапа: 1 этап первоначальное накопление сена в камере прессования; 2 этап прессование сена до определённой плотности. Время заполнения камеры прессования определяется выражением [82]

$$t_0 = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L \cdot \gamma_o}{4 \cdot m}, \quad (2.3)$$

где D – диаметр рулона (высота камеры прессования), м.

Время прессования (уплотнения) сена в камере [82]

$$t_n = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4 \cdot m} \cdot (\gamma_{cp} - \gamma_0), \quad (2.4)$$

где γ_{cp} - средняя плотность рулона прессованного сена, кг/м³.

Следует отметить, что процесс прессования происходит за счёт постоянного поступления в камеру валка сена, поэтому слои, расположенные к периферии рулона, будут иметь большую плотность. В центральной части рулона образуется зона наименьшей плотности, которая обусловлена анизотропностью свойств сена [82].

Плотность сена внутри рулона меняется от периферии к центру, каждый последующий слой сена, поступающий в камеру прессования, имеет большую объёмную массу за счёт увеличения массы и упругости рулона, в результате перераспределение напряжений (релаксации) внутри рулона.

Процесс прессования поступающего валка представлен на рисунке 2.1.

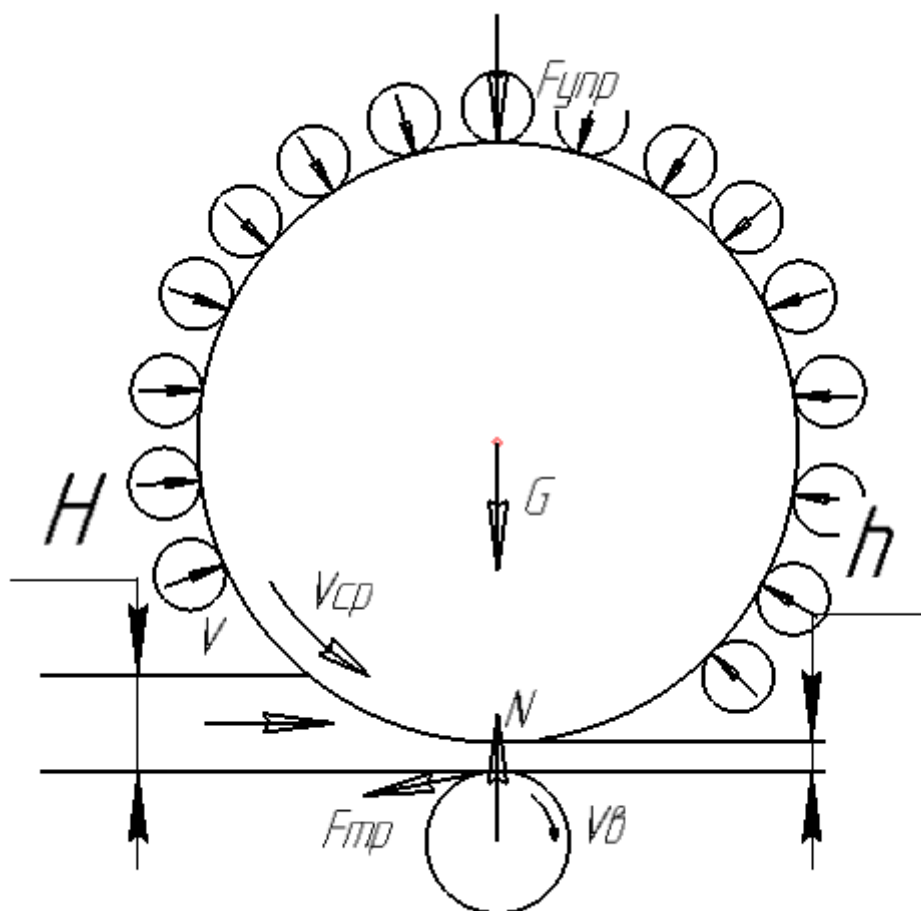


Рисунок 2.1 – Расчётная схема к определению степени прессования.

Таким образом, сено с наибольшей объёмной массой располагается по периферии рулона. Плотность сена в рулоне является функцией двух переменных: текущего радиуса r и времени процесса прессования t [82].

Для определения закона изменения объёмной массы (плотности прессования) сена внутри рулона от времени прессования запишем дифференциальное уравнение в полных дифференциалах [82]

$$d\gamma = \left(\frac{\partial \gamma}{\partial r} \right) dr + \left(\frac{\partial \gamma}{\partial t} \right) dt, \quad (2.5)$$

Исследования твёрдости рулона в радиальном направлении [10] показали, что твёрдость наружных слоёв значительно выше твёрдости внутренних слоёв рулона и выражается зависимостью и справедливо для плотности сена внутри рулона.

$$\frac{\partial \gamma}{\partial r} = be^{ar}, \quad (2.6)$$

Данное выражение согласуется с гипотезой деформации «упруговязкого материала, каким является любой волокнистый материал растительного происхождения» [82].

В тоже время плотность прессования возрастает пропорционально количеству поступившего материала (рисунок 2.1)

$$\frac{\partial \gamma}{\partial t} = k \cdot t, \quad (2.7)$$

где k - коэффициент уплотнения, кг/(м³с²);

H – высота валка, м;

h – высота валка после уплотнения разравнивающим устройством, м.

Запишем дифференциальное уравнение закона изменения плотности прессования сена внутри рулона с учётом выражений (2.6) и (2.7)

$$d\gamma = (be^{ar})dr + ktdt, \quad (2.8)$$

Правая часть выражения (2.8) представляет собой полный дифференциал, т.к. выполняется условие:

$$\frac{\partial(be^{ar})}{\partial t} = \frac{\partial(kt)}{\partial r}, \quad (2.9)$$

Продифференцировав составляющие выражения (2.9), получим выражение (2.10):

$$\begin{cases} \frac{\partial(be^{ar})}{\partial t} = 0 \\ \frac{\partial(kt)}{\partial r} = 0 \end{cases}, \quad (2.10)$$

Найдём интегралы выражений, входящих в уравнение (2.8)

$$\int be^{ar} dr = \frac{b}{a} e^{ar}, \quad (2.11)$$

$$\int ktdt = \frac{kt^2}{2}, \quad (2.12)$$

С учётом (2.11) и (2.12) общий интеграл (закон изменения плотности сена в радиальном направлении внутри рулона) запишется в виде.

$$\gamma = \frac{b}{a} e^{ar} + \frac{kt^2}{2} + \gamma_0, \quad (2.13)$$

Из анализа распределение плотности внутри рулона, видно, что плотность возрастает пропорционально квадрату времени и распределяется от периферии к центру рулона по экспоненциальной зависимости. Полученное выражение свидетельствует о том, что в течение короткого промежутка времени на заключительной стадии прессования плотность прессования будет существенно увеличиваться, поэтому необходимо наличие устройств автоматического контроля плотности прессования.

Процесс прессования сена в рулоны состоит из нескольких стадий. На начальной стадии в процессе движения прессовальная камера цилиндрической формы заполняется сеном. При дальнейшей подаче материала в камеру по касательной к поверхности рулона, происходит

уплотнение наружных слоёв рулона и лишь затем, по мере возрастания усилий сжатия, в процесс деформации вовлекаются также и его внутренние слои [82]. Таким образом, уплотнение рулона происходит с внешней стороны за счёт радиальных усилий, действующих со стороны уплотняющих валцов. По достижении предельного усилия прессования осуществляется обмотка и выгрузка готового рулона.

Рассмотрим уплотнение сена в цилиндрической камере прессования постоянного объёма (рисунок 2.2)

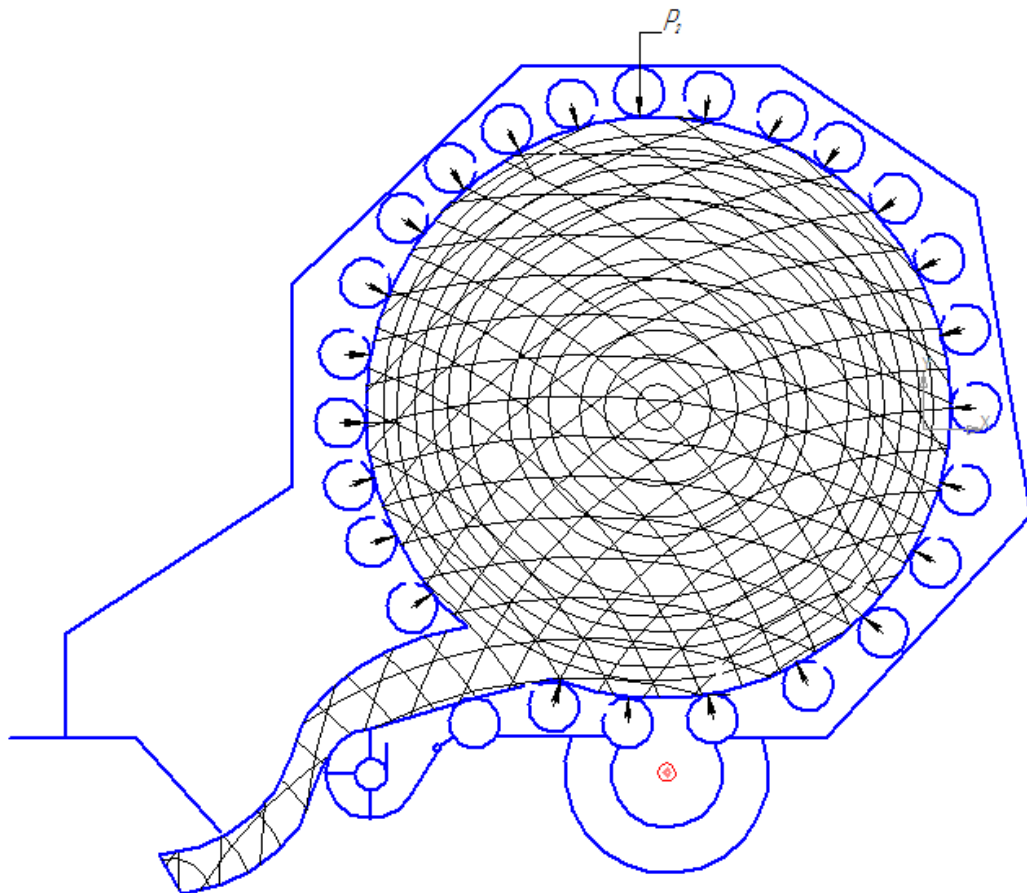


Рисунок 2.2 – Схема к определению плотности прессования рулона.

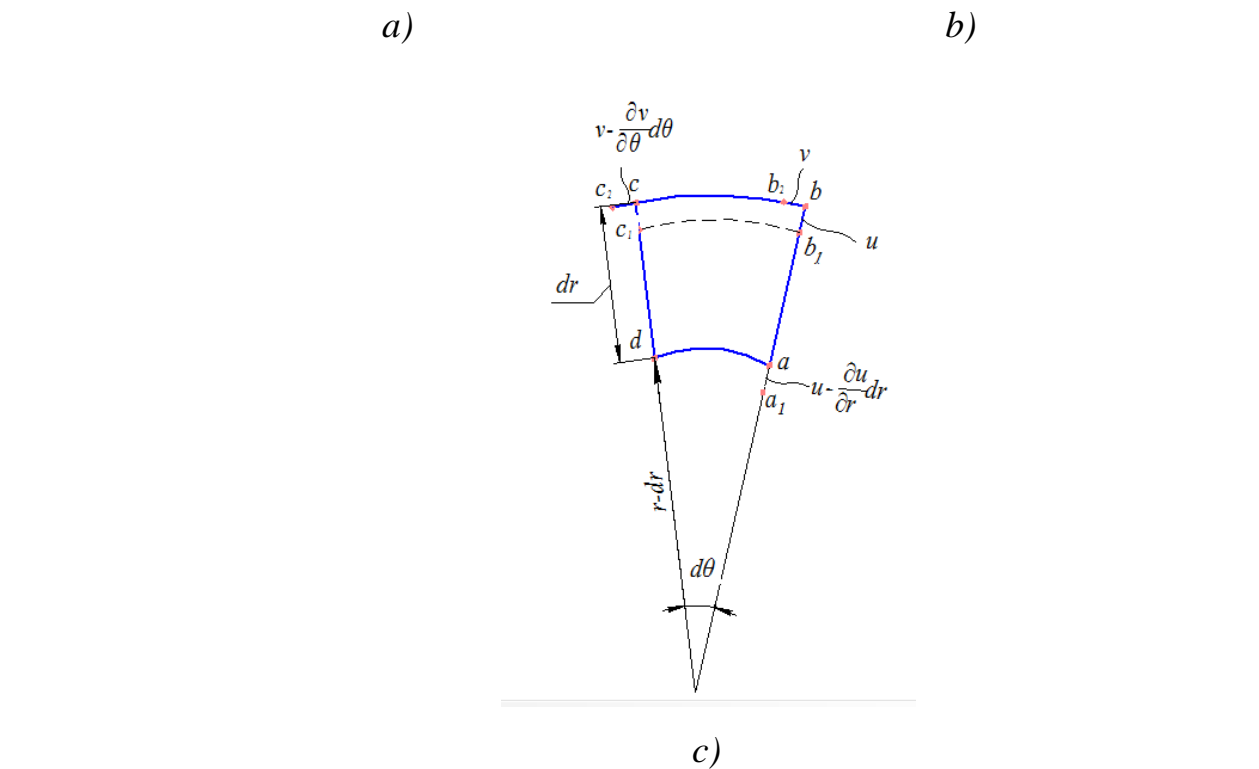
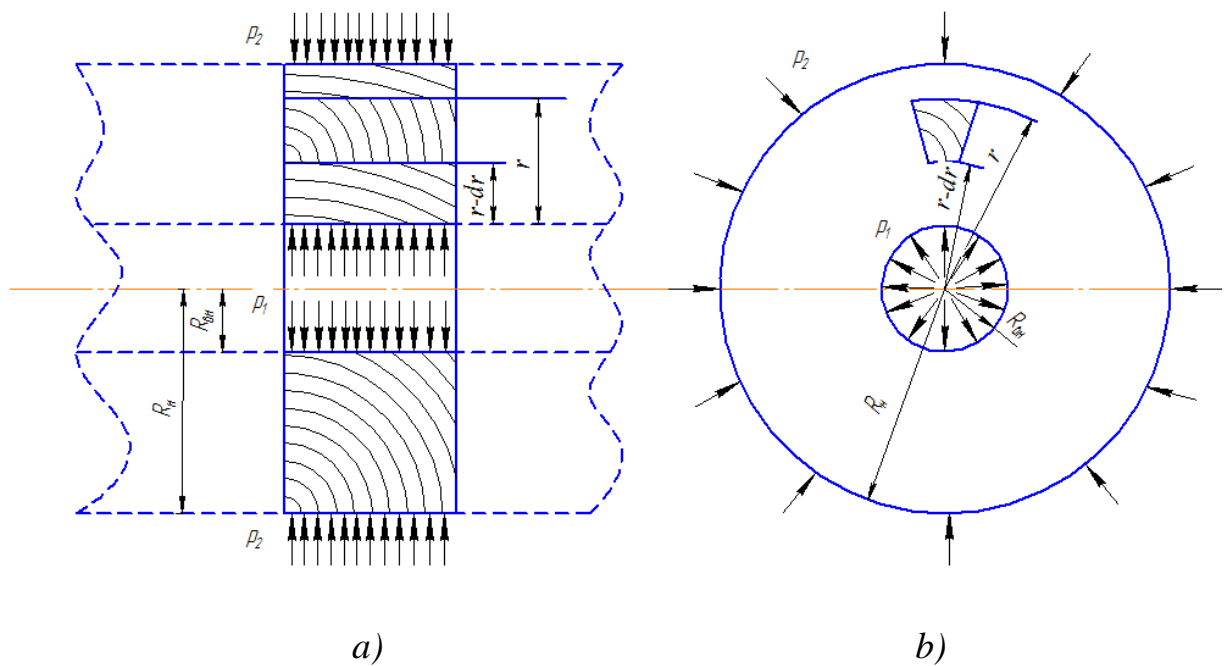
Деформированное состояние рулона в этом случае будет осесимметричным, то есть каждая точка рулона будет перемещаться только в направлении радиуса на величину u и параллельно оси рулона на величину v (рисунок 2.3). Причём деформация сена в рулоне будет происходить как для упруговязкого материала по нелинейному закону. [11] Особенностью

органических материалов, в том числе и сена, является то, что в процессе деформирования происходит резкое увеличение нагрузки, затем пластическая деформация с уменьшением нагрузки и релаксацией напряжений с многократными повторениями [82]. Таким образом, можно предположить, что в момент прессования рулона сено будет находиться в упругопластическом состоянии [102]. Однако, учитывая анизотропные свойства сена и особенности формирования рулона, можно предположить, что осевая деформация рулона незначительна.

Мы можем представить рулон в процессе прессования нагруженным давлениями снаружи и внутри. Учитывая то, что сено обладает анизотропностью, мы можем предположить, что при формировании рулона в процессе скручивания в его центре сохраняется область невысокой плотности сена [82]. Внутреннее давление p_1 рулона будет обусловлено упругостью сена, а внешнее давление p_2 – прессующими вальцами или прессующими полотнами.

Рассмотрим элемент рулона $abcd$, образованный двумя концентрическими окружностями с радиусом r и $r-dr$ и двумя лучами, проведёнными под углом θ и $\theta+d\theta$ к оси Ox , в полярных координатах, для простоты расчётов условно приравняем толщину элемента к единице (рисунок 2.3 а,б).

Обозначим радиальное перемещение произвольной точки бесконечно малого элемента в направлении к центру рулона u , а также его окружное перемещение v . В этом случае относительное сжатие (уменьшение размеров) ε_r стороны ab элемента называется радиальной деформацией, а относительное сжатие ε_θ дуги bc – окружной деформацией.



a – основная расчетная схема; *b* – вид с боку основной расчетной схемы; *c* – схема деформации выделенного элемента.

Рисунок 2.3 –Схема деформации бесконечно малого элемента внутри рулона

Каждый вид деформации рассмотрим по отдельности.

Окружная деформация происходит в результате нескольких причин: в результате разности перемещений точек *a* и *d* в окружном направлении (рисунок 2.3с)

$$\varepsilon_{\theta}^{(1)} = \frac{bb_2 - cc_2}{bc} = \frac{v - v + \frac{\partial v}{\partial \theta} d\theta}{rd\theta} = \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial v}{\partial \theta}, \quad (2.14)$$

где v – величина перемещения произвольной точки относительно оси рулона, м;

r – радиус дуги bc , м;

$d\theta$ – элементарный полярный угол, ограничивающий элементарный объём;

$\frac{\partial v}{\partial \theta}$ – относительная окружная деформация;

и перехода дуги $bc=rd\theta$ на окружность меньшего радиуса $r'=r-u$, вследствие чего длина дуги становится равной $b_1c_1=(r-u)d\theta$, а относительное сжатие

$$\varepsilon_{\theta}^{(2)} = \frac{bc - b_1c_1}{bc} = \frac{rd\theta - (r-u)d\theta}{rd\theta} = \frac{u}{r}, \quad (2.15)$$

где u – величина перемещения произвольной точки к центру рулона, м.

Полная окружная деформация равна

$$\varepsilon_{\theta} = \varepsilon_{\theta}^{(1)} + \varepsilon_{\theta}^{(2)} = \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{u}{r}, \quad (2.16)$$

Анализируя выражение (2.16) мы видим, что первое слагаемое $\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial v}{\partial \theta}$ из-за анизотропных свойств прессованного сена и при большом радиусе рулона будет мало, и поэтому можем им пренебречь. Относительное сжатие стороны ab (рисунок 2.3с) равно разности перемещений точек a и b в направлении радиуса, деленной на первоначальные длины $ab=dr$:

$$\varepsilon_r = \frac{bb_1 - aa_1}{ab} = \frac{u - (u - \frac{\partial u}{\partial r} dr)}{dr} = \frac{\partial u}{\partial r}, \quad (2.17)$$

где dr – приращение радиус вектора;

$\frac{\partial u}{\partial r}$ – относительная радиальная деформация;

Полученные нами выражения для бесконечно малого элемента, находящегося в состоянии объемного сжатия, с учетом анизотропных свойств сена, аналогичны выражениям для плоского напряженного состояния. Поэтому применим выражения прямых и обратных законов Гука для плоского напряжённого состояния, которые имеют вид [11]:

$$\varepsilon_r = \frac{1}{E}(\sigma_r - \mu\sigma_\theta), \quad (2.18)$$

где E – модуль упругости, Па;

μ – коэффициент Пуассона;

σ_r – радиальное напряжение, Па;

Для составления условий однозначности перемещений подставим в формулу закона Гука для плоского напряжённого состояния геометрические соотношения (2.17) и получим уравнение:

$$\varepsilon_r = \frac{\partial u}{\partial r} = \frac{1}{E}(\sigma_\theta - \mu\sigma_r), \quad (2.19)$$

Проинтегрировав и решив его, получим окончательное выражение для напряжений и радиального перемещения [11]:

$$\sigma_r = \frac{(p_2 - p_1)k_1^2}{1 - k_1^2} \cdot \frac{1}{k_2^2} + \frac{p_1k_1^2 - p_2}{1 - k_1^2}, \quad (2.20)$$

где

$$k_1 = \frac{R_6}{R_H}, \quad k_2 = \frac{r}{R_6}, \quad R_6 \leq r \leq R_H \quad (2.21)$$

k_1 – коэффициент соотношения радиального размера рулона с размером дорна (сердцевины);

k_2 – коэффициент соотношения радиального размера рулона с текущим радиусом.

Давление p_2 , действующее на рулон снаружи, значительно превышает давление упругости сена p_1 , поэтому для приближенных расчетов мы можем считать воздействие давления p_1 стремящимся к нулю. Тогда формула для радиального напряжения примет вид:

$$\sigma_r = \frac{p_2}{1 - k_1^2} \left(\frac{k_1^2}{k_2^2} - 1 \right), \quad (2.22)$$

Полученная формула выражает зависимость радиальных напряжений сжатия внутри рулона от давления прессования. Следует отметить, что значения напряжений в значительной степени зависят от расположения внутри рулона, наибольшие напряжения возникают в периферии рулона, наименьшие в сердцевине рулона. Также следует отметить, что напряжения внутри рулона будут всегда меньше давлений, прикладываемых при прессовании.

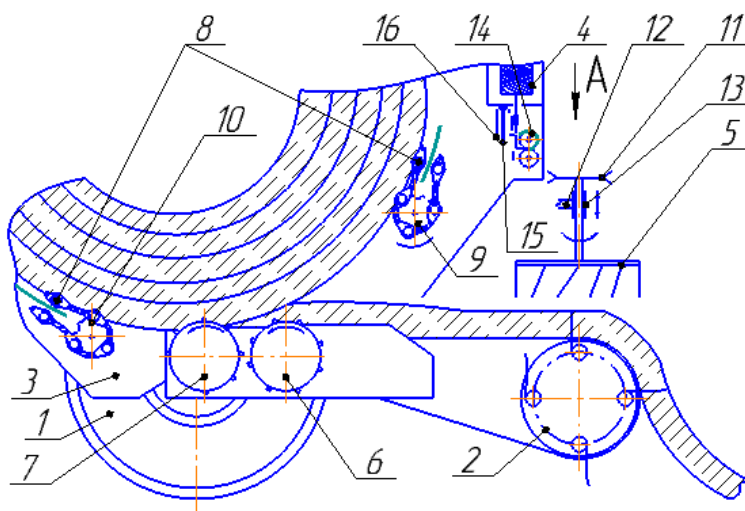
Теоретические исследования показывают, что в процессе формирования рулона возникают зоны с различной плотностью стебельчатых частиц: так, сердцевина рулона имеет существенно меньшую плотность, чем периферия. Неравномерность подачи валка в прессовальную камеру не может быть полностью устранена релаксацией напряжений в процессе формирования и при последующем хранении рулона. Поэтому для повышения сохранности прессованного сена рационально применять разравнивание валка перед прессованием, а возможные зоны пониженной плотности обрабатывать консервантами.

2.2 Конструктивно-технологическая схема усовершенствованного пресс-подборщика

Анализ существующих технологий и машин для заготовки прессованного сена показал, что в процессе подготовки к прессованию валок, формируемый граблями и подающийся подборщиком в прессовальную

камеру, имеет высокую неравномерность, особенно по ширине захвата, в результате чего образованные рулоны имеют неоднородную плотность, что способствует проникновению влаги и порче сена.

Для повышения равномерности подаваемого валка нами разработано разравнивающее устройство, смонтированное на пресс-подборщике (патент №157147) [88], которое представлено на рисунке 2.4.



1 – колёсный ход, 2 – подборщик, 3 – прессовальная камера, 4 – обвязывающий аппарат, 5 – дисковое горизонтальное разравнивающее устройство, 6,7 – прессующее устройство (где 6 – передний опорный валец, 7 – задний опорный валец) 8 – цепочно-планчатый транспортёр, 9 – ведущий вал, 10 – ведомый вал, 11 – ремённая передача в виде «восьмерки», 12 – кронштейн, 13 – регулировочное устройство высоты, 14 – гидромотор, 15 – поводок, 16 – нож.

Рисунок 2.4 – Схема пресс-подборщика с устройством для разравнивания подаваемого валка сена

Усовершенствованный рулонный пресс-подборщик состоит из колесного хода 1, подборщика 2, прессовальной камеры 3, обвязывающего аппарата 4, дискового горизонтального разравнивающего устройства 5, прессующего устройства, состоящего из опорных вальцов: переднего 6 и

заднего 7, цепочно-планчатого транспортера 8, ведущего 9 и ведомого 10 валов [88].

Ведущий вал 9 цепочно-планчатого транспортера 8 связан ремённой передачей с дисками разравнивающего устройства 5, в свою очередь, диски связаны между собой ремённой передачей в виде «восьмёрки» 11. Диски закреплены на кронштейне 12 с регулировочным устройством высоты 13 установки дисков. Опорные вальцы 6 и 7 имеют привод от ведущего вала [88].

В рабочем положении подборщик 2 опущен, концы его зубьев не касаются земли, задняя часть прессовальной камеры 3 закрыта [88].

Рулонный пресс-подборщик работает следующим образом: при движении агрегата вдоль вала и вращении механизмов пресса подборщик 2 подхватывает валок и подает его в пространство между дисковым разравнивающим устройством 5 и верхом подборщика. Дисковое разравнивающее устройство растаскивает сено по ширине захвата подборщика и уплотняет за счёт различных скоростей сена и наклонных пальцев, под действием вращения цепочно-планчатого транспортера 8, дискового разравнивающего устройства 5 и опорных вальцов 6 и 7 стебельная масса равномерно распределяется по ширине захвата и вдоль движения вала, закручивается в рулон, плющится и прессуется [88].

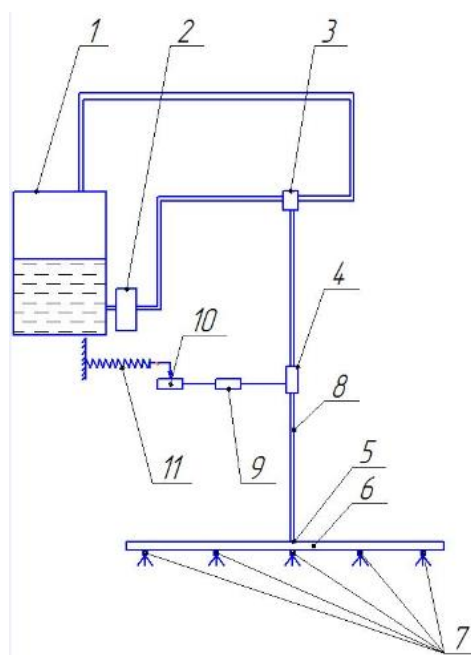
Когда рулон достигает заданной плотности, давление в гидросистеме возрастает и включается сигнал начала обвязки шпагатом [88].

Обвязывающий аппарат 4 подает шпагат гидромотором 14 до захвата его рулоном, затем шпагат наматывается на рулон по винтовой линии с помощью поводка 15, совершающего возвратно-поступательное движение, когда обвязка рулона закончена, шпагат прижимается к ножу 16 и обрезается, одновременно открывается задняя часть прессовальной камеры 3 и рулон под действием вращающихся вальцов 6 и 7 скатывается по подпружиненной платформе на землю. После выкатывания рулона задняя часть прессовальной

камеры 3 возвращается в исходное положение и процесс повторяется в той же последовательности [88].

Применение данного рулонного пресс-подборщика позволяет улучшить распределение плотности прессования по объёму рулона, способствует сходу атмосферной влаги с рулона, ограничивает доступ воздуха, что повышает сохранность сена.

Однако, даже обеспечив высокую равномерность сена в рулоне, нельзя гарантировать его полную сохранность, так как в процессе хранения на сено влияют исходные параметры, климатические факторы и условия хранения. Поэтому для обеспечения сохранности прессованного сена нами предложено применять консервирующие добавки, не оказывающие вредного влияния на окружающую среду и животных, например, использовать гуматы. Для внесения гуматов при прессовании рулонов нами предложена установка, представленная на рисунке 2.5 (патент №2554770) [87].



1 – ёмкость, 2 – насос постоянного давления, 3 – предохранительный клапан, 4 – шаровой кран с электроприводом, 5 – распределительное устройство, 6 – штанга, 7 – форсунки, 8 – трубопровод, 9 – блок управления, 10 – датчик плотности прессования, 11 – пружина механизма прессования.

Рисунок 2.5 – Схема установки для внесения гуматов при прессовании

Установка для внесения гуматов в растительную массу монтируется на корпус рулонного пресс-подборщика [87] и содержит ёмкость 1 для гуматов, насос постоянного давления 2, предохранительный клапан 3 шарового крана с электроприводом 4 для регулирования подачи гуматов и распределительное устройство 5, выполненное в виде штанги 6 с форсунками 7. Все элементы установки для внесения гуматов в растительную массу связаны между собой трубопроводами 8. Шаровой кран с электроприводом 4 соединён с распределяющим устройством 5 в виде штанги 6 с форсунками 7, а также имеется предохранительный клапан 3, соединённый трубопроводом 8 обратной связи с ёмкостью 1. Шаровой кран с электроприводом 4 электрически связан с блоком управления 9, который, в свою очередь, электрически связан с датчиком плотности прессования 10, шарнирно закреплённым на конце пружины 11 механизма прессования. Распределительное устройство 5 в виде штанги 6 с форсунками 7 устанавливается над подборщиком сена [87].

Установка для внесения гуматов в растительную массу работает следующим образом [87].

При заезде пресс-подборщика на валок, сено поступает на подборщик, одновременно с этим происходит включение насоса постоянного давления 2, который подаёт гуматы через систему трубопроводов 8 к предохранительному клапану 3, который дополнительно выравнивает давление и сбрасывает излишки гуматов в ёмкость 1 при ограничении его расхода. Регулирование подачи гуматов осуществляется с помощью шарового крана с электроприводом 4, который электрически связан с блоком управления 9, который электрически связан с датчиком плотности прессования 10, шарнирно закреплённым на конце пружины 11 механизма прессования, от шарового крана с электроприводом 4 гуматы подаются к распределительному устройству 5, выполненному в виде штанги 6 с

форсунками 7, где и происходит распыление гуматов на движущееся сено [87].

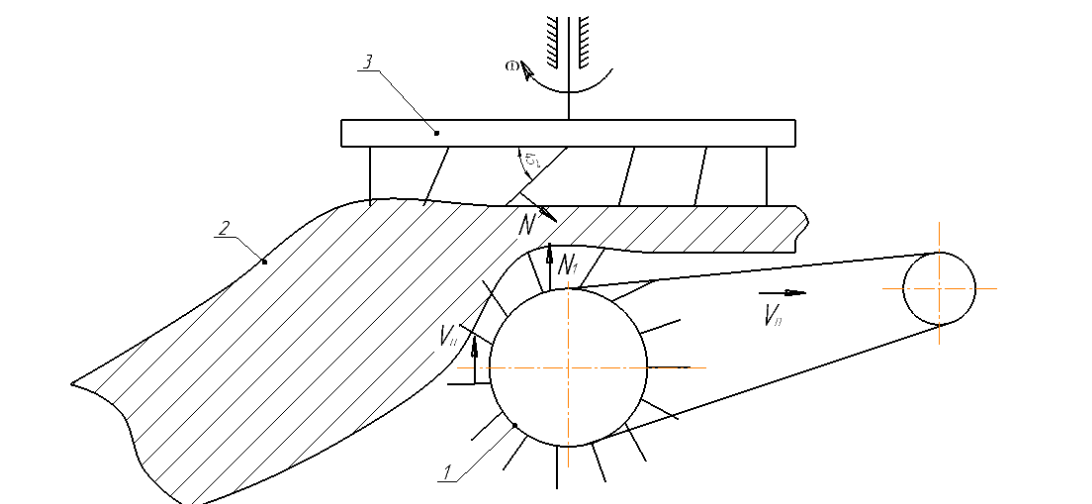
По мере уплотнения рулона пружина 11 механизма прессования изменяет свою длину, тем самым воздействует на датчик 10, который изменяет сопротивление, воздействуя на блок управления 9 шарового крана с электроприводом 4. В результате шаровой кран с электроприводом 4 уменьшает подачу гуматов по мере увеличения степени прессования. Таким образом, в зонах с низкой степенью уплотнения норма внесения гуматов больше, а в зонах высокой степени уплотнения меньше, что обеспечивает высокое качество сохранности сена при меньшем расходе гуматов [87].

Применение установки для внесения гуматов в растительную массу позволяет снизить расход гуматов и обеспечить высокую сохранность прессованного сена за счет распределения гуматов в соответствии с плотностью прессования.

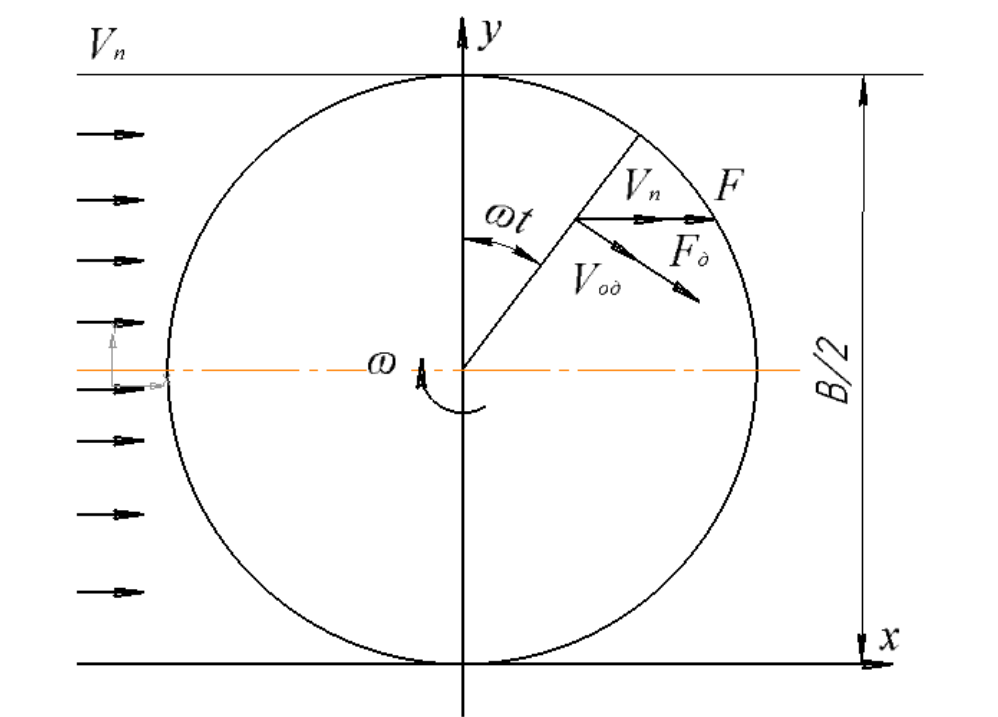
2.3 Теоретические исследования движения стебельчатых частиц при разравнивании валка сена

В пресс-подборщиках с камерой постоянного объема наблюдается неравномерность распределения плотности внутри рулона. Неравномерность прессования внутри рулона отличается в разы [112]. Во время хранения рулонов происходит перераспределение напряжений, при этом общая картина сохраняется.

Анализ плотности сена внутри рулона показал, что наибольшая плотность сена по ширине рулона (ширине захвата подборщика) наблюдается в средней части. Это объясняется формой валка сена, который попадает в пресс-подборщик, его поперечное сечение представляет собой перевернутую параболу. В результате уплотнения валка, образованный рулон имеет более высокую плотность в средней части цилиндрической поверхности рулона.



а)



б)

1 – подборщик; 2 – валок сена; 3 – разравнивающие диски;

Рисунок 2.6 – Схема к определению закона движения частиц при разравнивании валка.

Для разравнивания валка сена над подборщиком установлены вращающиеся диски с наклонными пальцами. Для улучшения распределения валка диски над подборщиком выдвинуты вперёд, образуя сходящий зазор. Учитывая, что подборщик вращается равномерно, движение валка

осуществляется с постоянной скоростью V_n . Разравнивающие диски, вращающиеся над движущимся валком, будут вызывать относительное движение стебельчатых частиц. Рассмотрим движение стебельчатых частиц валка в подвижной системе координат (поступательное движение со скоростью V_n).

Запишем дифференциальные уравнения движения частиц

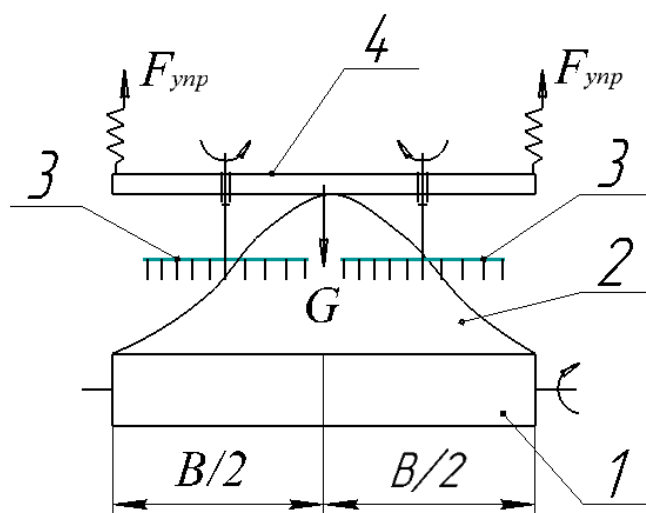
$$\begin{cases} m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_n + F_\delta \cos(\omega t) \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} = -F_\delta \sin(\omega t) \end{cases}, \quad (2.23)$$

где F_n – усилие воздействия подборщика на валок сена, Н;

F_δ – усилие воздействие разравнивающих дисков на валок сена, Н;

ω – частота вращения дисков, с^{-1} .

Так как валок неравномерно распределён по ширине захвата подборщика, то степень уплотнения, соответственно и усилия будут меняться по ширине захвата. Для предотвращения забивания подборщика, рамка с разравнивающими дисками имеет возможность подъёма (увеличивая зазор). Рассмотрим равновесие рамки с разравнивающими дисками [110].



1 – подборщик; 2 – валок сена; 3 – разравнивающие диски; 4 – рамка.

Рисунок 2.7 – Расчётная схема к определению взаимодействия валка с подборщиком и разравнивающими дисками.

Валок сена будет испытывать воздействие с двух сторон:

- сверху, со стороны разравнивающих дисков;
- снизу, со стороны подборщика.

Взаимодействие разравнивающих дисков с валком сена в вертикальной плоскости будет определяться упругостью валка сена и весом рамки с дисками. Так как диски симметрично расположены относительно середины валка, вес конструкции разделим на две части, равные $G/2$. Упругость сена, в свою очередь, определяется степенью уплотнения (первоначальной высотой валка на данном расстоянии от центра). $F_{упр} = \Delta h \cdot c$, причем

$$F_{упр} = \Delta h \cdot c \leq G, \quad (2.24)$$

где $F_{упр}$ – сила упругости сена, Н;

G – вес разравнивающего устройства, Н;

Δh – уменьшение высоты валка при разравнивании, м;

c – коэффициент упругости сена, Н/м.

В результате исследования поперечного профиля валка сена перед прессованием получена зависимость [94]:

$$H(b) = -0.016 + 0.9498b - 0.5926b^2, \quad (2.25)$$

Учитывая, что валок в процессе работы разравнивающих дисков равномерно распределяется, определим среднюю высоту валка по ширине захвата.

Для этого определим площадь поперечного сечения валка

$$S = \int_0^b H(b)db = \int_0^b (-0.016 + 0.9498b - 0.5926b^2)db, \quad (2.26)$$

Проинтегрировав, имеем:

$$h_{cp} = \frac{S}{b} = \frac{-0.016b + 0.9498 \frac{b^2}{2} - 0.5926 \frac{b^3}{3}}{b}, \quad (2.27)$$

Уплотнение валка перед прессованием

$$\Delta h = h_{cp} - h_0 = -0.016 + 0.9498b - 0.5926b^2 - 0.1, \quad (2.28)$$

где h_0 – величина зазора между пальцами разравнивающего диска и подборщиком ($h_0=0,1$ м), м ;

h_{cp} – средняя высота вала, м.

Подставив в выражение (2.24) значения величин выражений (2.26, 2.27, 2.28), имеем:

$$F_{упр} = c\Delta h = c(-0.116 + 0.4749b - 0.1975b^2), \quad (2.29)$$

где b – ширина пресс-подборщика, м.

Так как скорость вала сена постоянна, взаимодействие диска с сеном можно исследовать в статике. Таким образом нормальная реакция поверхности диска:

$$N_1 = \frac{F_{упр}}{n_n}, \quad (2.30)$$

где n_n – количество пальцев, шт.

При этом нормальная реакция разравнивающего диска, вращающегося с постоянной угловой скоростью, будет реализовываться через воздействие пальцев диска, установленных под углом 45° :

$$N_1 = \frac{N_n}{\sin 45^\circ}, \quad (2.31)$$

где N_n – сила нормального давления поверхности пальца, Н.

В результате усилия воздействия разравнивающих дисков на валок сена

$$F_\partial = N_1 \cdot f_{вн} = f_{вн} \cdot \frac{N_n}{\sin 45^\circ}, \quad (2.32)$$

где $f_{вн}$ – коэффициент внутреннего трения вала сена.

При воздействии вала на подборщик помимо силы упругости сена на подборщик будет действовать вес вала сена.

Чтобы учесть совместное действие силы упругости и веса сена, выберем единицу объёма стебельчатых частиц, приходящуюся на один палец разравнивающего диска

$$V_c = \frac{S_\delta}{n} \cdot h_{cp} = \frac{\pi d^2}{4n_n} \cdot h_{cp} , \quad (2.33)$$

Тогда вес единицы объёма валка

$$P_\epsilon = m_c g = V_c \cdot \gamma \cdot g = \frac{\pi d^2}{4n_n} \cdot h_{cp} \cdot \gamma \cdot g , \quad (2.34)$$

где S_δ – площадь разравнивающего диска, м²;

V_c – объём стебельчатых частиц, приходящихся на один палец разравнивающего диска, м³;

m_c – масса стебельчатых частиц, приходящихся на один палец разравнивающего диска, кг;

d – диаметр диска, м;

γ – плотность валка сена, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

P_ϵ – вес единицы объёма валка, Н.

Таким образом, нормальное давление единицы объёма валка со стороны подборщика (снизу):

$$N_2 = \frac{F_{уп}}{n_n} + P_\epsilon , \quad (2.35)$$

Тогда усилие воздействия подборщика на валок:

$$F_n = N_2 \cdot f_{вн} = f_{вн} \left(\frac{F_{уп}}{n_n} + P_\epsilon \right) , \quad (2.36)$$

Подставив полученные выражения (2.29), (2.32), (2.36) в уравнение (2.23), получим:

$$\begin{cases} m_c \frac{d^2 x}{dt^2} = f_{\text{вн}} \cdot \left(\frac{F_{\text{ynp}}}{n_n} + P_\epsilon \right) + f_{\text{вн}\partial} \cdot \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n} \cdot \cos(\omega t) \\ m_c \frac{d^2 y}{dt^2} = -f_{\text{вн}\partial} \cdot \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n} \sin(\omega t) \end{cases}, \quad (2.37)$$

где x, y – координаты положения стебельчатых частиц после взаимодействия с разравнивающим диском, м.

Проведём преобразование выражения:

$$\begin{cases} \int_{V_{0x}}^{V_x} dV_x = \frac{1}{m_c} \int_0^t \left[f_{\text{вн}} \cdot \left(\frac{F_{\text{ynp}}}{n_n} + P_\epsilon \right) + f_{\text{вн}} \cdot \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n} \cdot \cos(\omega t) \right] dt \\ \int_{V_{0y}}^{V_y} dV_y = \frac{1}{m_c} \int_0^t \left[-f_{\text{вн}\partial} \cdot \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n} \cdot \sin(\omega t) \right] dt \end{cases}, \quad (2.38)$$

где V_x, V_y – скорость стебельчатых частиц при разравнивании, м/с;
 V_{0x}, V_{0y} – начальная скорость стебельчатых частиц перед разравниванием, м/с.

Проинтегрировав получим:

$$\begin{cases} V_x - V_{0x} = \frac{1}{m_c} \left[f_{\text{вн}} \cdot \left(\frac{F_{\text{ynp}}}{n_n} + P_\epsilon \right) \cdot t + f_{\text{вн}} \cdot \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega} \cdot \sin(\omega t) \right] \Big|_0^t \\ V_y - V_{0y} = \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}\partial} \cdot \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega} \cdot \cos(\omega t) \Big|_0^t \end{cases}, \quad (2.39)$$

Подставив пределы интегрирования:

$$\begin{cases} V_x = V_{0x} + \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}} \cdot \left[\left(\frac{F_{\text{ynp}}}{n_n} + P_\epsilon \right) \cdot t + \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega} \cdot \sin(\omega t) \right] \\ V_y = V_{0y} + \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}\partial} \cdot \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega} \cdot (\cos(\omega t) - 1) \end{cases}, \quad (2.40)$$

Преобразуем выражения:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = V_{0x} + \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}} \cdot \left[\left(\frac{F_{\text{ynp}}}{n_n} + P_\epsilon \right) \cdot t + \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega} \cdot \sin(\omega t) \right] \\ \frac{dy}{dt} = V_{0y} + \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}} \cdot \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega} \cdot (\cos(\omega t) - 1) \end{cases}, \quad (2.41)$$

Проинтегрируем полученные выражения:

$$\begin{cases} \int_{x_0}^x dx = \int_0^t \left(V_{0x} + \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}} \cdot \left[\left(\frac{F_{\text{ynp}}}{n_n} + P_\epsilon \right) \cdot t + \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega} \cdot \sin(\omega t) \right] \right) dt \\ \int_{y_0}^y \frac{dy}{dt} = \int_0^t \left[V_{0y} + \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}} \cdot \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega} \cdot (\cos(\omega t) - 1) \right] dt \end{cases}, \quad (2.42)$$

где x_0, y_0 – координаты первоначального положения стебельчатых частиц, м.

Проинтегрировав подставим пределы интегрирования:

$$\begin{cases} x - x_0 = V_{0x} \cdot t + \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}} \cdot \left[\left(\frac{F_{\text{ynp}}}{n_n} + P_\epsilon \right) \cdot \frac{t^2}{2} - \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega^2} \cdot \cos(\omega t) \right] \Big|_0^t \\ y - y_0 = V_{0y} \cdot t + \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}} \cdot \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega} \cdot \left(\frac{1}{\omega} \sin(\omega t) - t \right) \Big|_0^t \end{cases}, \quad (2.43)$$

Подставив пределы интегрирования, имеем:

$$\begin{cases} x = x_0 + V_{0x} \cdot t + \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}} \cdot \left[\left(\frac{F_{\text{ynp}}}{n_n} + P_\epsilon \right) \cdot \frac{t^2}{2} - \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega^2} \cdot \cos(\omega t) \right] + \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}} \cdot \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega^2} \\ y = y_0 + V_{0y} \cdot t + \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}} \cdot \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega} \cdot \left(\frac{1}{\omega} \sin(\omega t) - t \right) \end{cases}, \quad (2.44)$$

Окончательно получим

$$\begin{cases} x = x_0 + V_{0x} \cdot t + \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}} \cdot \left[\left(\frac{F_{\text{ynp}}}{n_n} + P_{\text{с}} \right) \cdot \frac{t^2}{2} - \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega^2} \cdot \cos(\omega t) + \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega^2} \right] \\ y = y_0 + V_{0y} \cdot t + \frac{1}{m_c} \cdot f_{\text{вн}} \cdot \frac{F_{\text{ynp}}}{n_n \cdot \omega} \cdot \left(\frac{1}{\omega} \sin(\omega t) - t \right) \end{cases}, (2.45)$$

На основании полученного выражения было проведено исследование траекторий движения стебельчатых частиц с помощью программы MathCad. В качестве исходных параметров задавались: степень уплотнения (уменьшение высоты валка при разравнивании), коэффициент трения, угловая скорость разравнивающих дисков, количество пальцев, скорость движения валка сена. В результате проведённых исследований получен график траекторий движения стебельчатых частиц при работе разравнивающих дисков (рисунок 2.8). Также установлено, что на смещение стебельчатых частиц оказывают существенное влияние количество пальцев разравнивающих дисков и расстояние между ними, угловая скорость разравнивающих дисков и величина уплотнения валка сена [110].

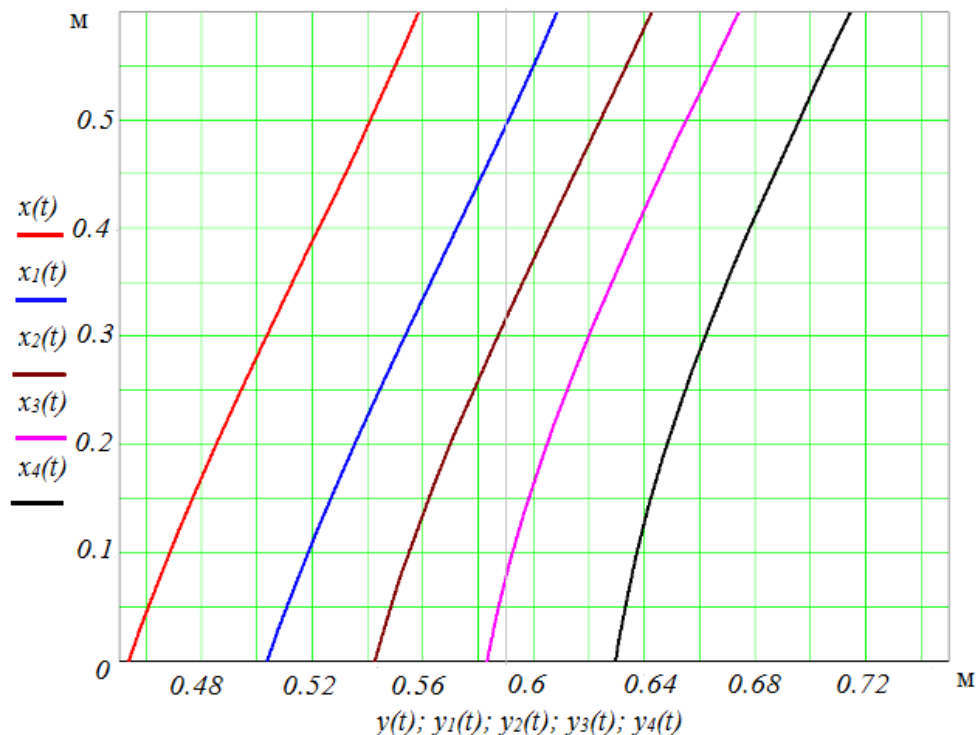


Рисунок 2.8 – Траектории движения стебельчатых частиц

На графике наглядно показано, что смещение стебельчатых частиц, находящихся ближе к центру разравнивающего диска, несколько ниже, поэтому пальцы располагаются на диске в два ряда с преимущественным расположением по периферии. Анализ полученных траекторий позволил установить основные параметры разравнивающего устройства: расстояние между пальцами 0,15 – 0,2 м; степень уплотнения при разравнивании 20 – 25%, угловая скорость 23 – 30 рад/с, диаметр разравнивающего диска 0,74 м.

Таким образом, применение разравнивающего устройства в виде разравнивающих дисков с пальцами позволяет обеспечить равномерное распределение стебельчатых частиц по ширине захвата подборщика, обеспечив предварительное уплотнение валка сена перед подачей в камеру прессования пресс-подборщика, что способствует получению рулонов с большей массой и повышению равномерности распределения плотности сена.

2.4 Обоснование параметров внесения гуматов в процессе прессования

В процессе прессования сена плотность рулона в радиальном направлении будет неравномерной. Сохранность прессованного сена будет определяться плотностью прессования, где выше плотность, там лучше сохранность.

При образовании рулона уплотнение происходит за счёт наматывания слоёв в камере прессования постоянного объёма, при этом внешние слои рулона будут сжиматься сильнее, чем внутренние. Уплотнение внутренних слоёв будет происходить за счёт деформирования в большей или меньшей степени всех слоёв рулона с учётом их релаксации. Верхние слои сена наиболее деформированы и будут иметь меньшую толщину. Распределение

плотности прессования сена и его объёмной массы будет зависеть от расположения и времени формирования рулона.

Закон изменения плотности рулона:

$$\gamma = \frac{b}{a} e^{ar_p} + \frac{kt^2}{2} + \gamma_0, \quad (2.46)$$

где γ – плотность рулона, кг/м³;

b – размерный коэффициент, 1/м

a – удельный коэффициент, кг/м⁴

r_p – радиус рулона, м.

На основании проведённых исследований установлена зависимость расхода гуматов от плотности сена в рулоне, что обеспечивает его сохранность [60,61,111, 113].

$$Q = \lambda \cdot \gamma \cdot V, \quad (2.47)$$

где Q – расход гуматов, кг;

V – объём рулона, м³;

λ – коэффициент расхода гуматов, кг/кг.

Так как скорость подборщика и вес погонного метра валка относительно постоянны, то расход гуматов будет зависеть от времени формирования рулона и плотности слоёв прессованного сена. Учитывая, что при большей плотности меньше вероятность порчи сена, соответственно можно уменьшить расход гуматов в более плотных слоях рулона.

Мгновенный расход гуматов будет зависеть от секундной подачи сена, а также от нормы расхода раствора гуматов.

$$Q = qt = \lambda \gamma V, \quad (2.48)$$

где q – мгновенный расход гуматов, кг/с;

t – время формирования рулона, с;

Отсюда получим:

$$q = \frac{\lambda \gamma V}{t}, \quad (2.49)$$

Подставив в формулу 2.49 значения плотности рулона прессованного сена и преобразовав выражение, получим:

$$q = \lambda \cdot V \cdot \left(\frac{b \cdot e^{ar}}{a \cdot t} + \frac{k \cdot t}{2} + \frac{\gamma_0}{t} \right), \quad (2.50)$$

С другой стороны, мгновенный расход гуматов зависит от параметров режима работы и параметров установки:

$$q = S_{\partial} \cdot v_{жс} \cdot \rho, \quad (2.51)$$

где S_{∂} - площадь сечения дозирующего устройства, м²;

$v_{жс}$ - скорость истечения раствора, м/с;

ρ - плотность раствора, кг/м³.

Приравняв выражения 2.50 и 2.51, получим выражение для определения изменения пропускной способности дозирующего устройства:

$$\theta = S_{\partial} v_{жс} = \frac{\lambda V}{\rho} \left(\frac{b \cdot e^{ar}}{a \cdot t} + \frac{k \cdot t}{2} + \frac{\gamma_0}{t} \right), \quad (2.52)$$

где θ – пропускная способность дозирующего устройства, м³/с.

Таким образом, получена зависимость для обоснования параметров дозирующего устройства установки для внесения гуматов в зависимости от параметров изменения плотности рулона прессованного сена. Расход гуматов в этом случае будет зависеть от плотности прессования, то есть времени начала формирования рулона, с другой стороны, расход гуматов будет определяться площадью проходного сечения форсунок, то есть их типом и количеством. Скорость истечения жидкости из форсунок будет определяться давлением в напорной магистрали, поэтому точность внесения гуматов в процессе прессования сена будет определяться типом форсунок, их количеством и давлением в напорной магистрали.

На основании зависимости (2.52) в программе Mathcad рассчитаны параметры процесса внесения гуматов с учётом плотности прессования и построена графическая зависимость (рисунок 2.9).

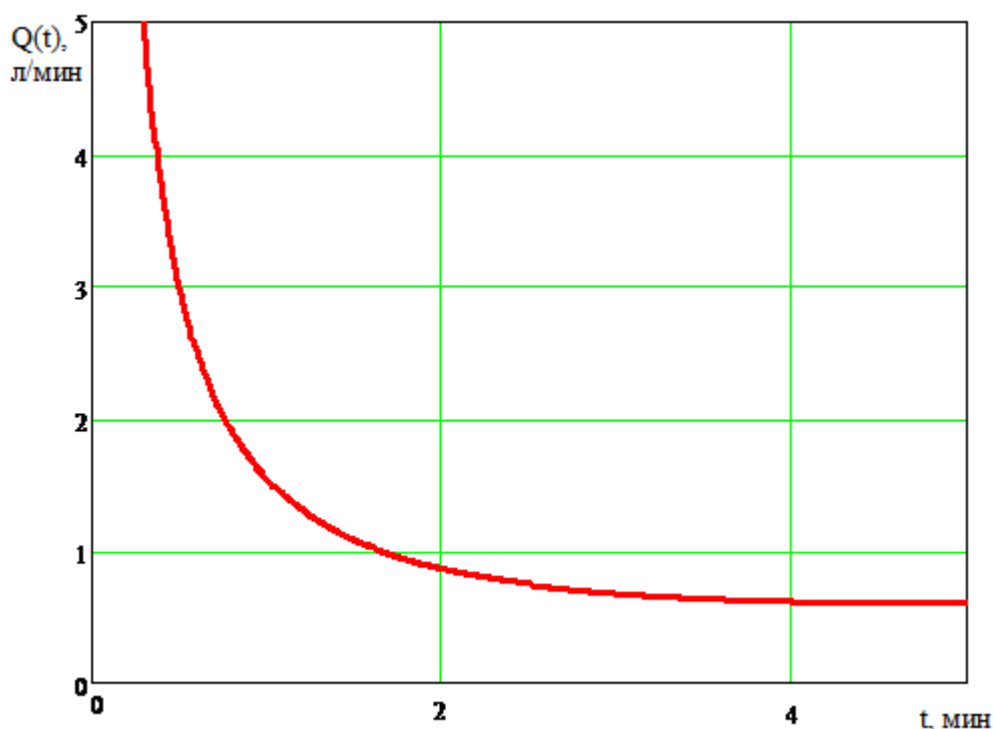


Рисунок 2.9 – График расхода гуматов (л/мин) в зависимости от времени прессования рулона (мин).

Анализ графической зависимости (рисунок 2.9) показал, что максимальный расход гуматов происходит в начале процесса прессования, когда формируются наименее плотные слои (сердцевина рулона), при этом максимальный расход препарата составляет около 4-5 л/мин, при увеличении плотности прессования расход препарата существенно уменьшается, так как повышенная плотность прессования исключает попадание влаги и контакт с атмосферным воздухом.

Заключение по разделу

1. Исследование распределения плотности стебельчатых кормов внутри рулона позволило установить, что уплотнение рулона происходит с

внешней стороны за счёт радиальных усилий, действующих со стороны уплотняющих валцов. Анализ распределения плотности внутри рулона, позволил установить, что плотность возрастает и распределяется от периферии к центру рулона по экспоненциальной зависимости. Полученная закономерность изменения плотности в радиальном направлении (2.13) свидетельствует о том, что в течение короткого промежутка времени на заключительной стадии прессования плотность прессования будет существенно увеличиваться, что необходимо учитывать при внесении консервантов.

2. Значения напряжений сжатия уплотняемого сена в значительной степени зависят от места расположения внутри рулона, наибольшие напряжения возникают на периферии рулона, наименьшие в сердцевине рулона. Напряжения внутри рулона будут всегда меньше давлений, прикладываемых при прессовании.

3. Для повышения равномерности плотности сена внутри рулона нами предложен технологический приём разравнивания валка при прессовании. Для его реализации нами разработана конструктивно-технологическая схема пресс-подборщика с разравнивающим устройством, выполненным в виде двух разравнивающих дисков с пружинными пальцами, имеющих привод и вращающихся по ходу движения валка в противоположные стороны, что позволяет обеспечить распределение стебельчатых частиц по ширине захвата подборщика, обеспечив предварительное уплотнение валка сена перед подачей в камеру прессования, и получать рулоны с большей массой и равномерным распределением плотности сена.

4. Для повышения сохранности прессованного сена предложена технологическая операция внесения консервантов в процессе заготовки стебельчатых кормов. Для её реализации нами разработана конструктивно-технологическая схема установки для внесения гуматов в растительную массу при прессовании, включающая ёмкость для гуматов, насос

постоянного давления, предохранительный клапан, шаровой крана с электроприводом для регулирования подачи гуматов и распределительное устройство, выполненное в виде штанги с форсунками. Шаровой кран с электроприводом электрически связан с датчиком плотности рулона механизма прессования. Распределительное устройство в виде штанги с форсунками позволяет равномерно вносить гуматы в зависимости от плотности прессования сена.

5. Теоретические исследования движения стебельчатых частиц показали, что смещение стебельчатых частиц, находящихся ближе к центру разравнивающего диска, несколько ниже, поэтому пальцы необходимо располагать на диске в два ряда с преимущественным расположением по периферии, анализ полученных траекторий позволил установить основные параметры разравнивающего устройства: расстояние между пальцами 0,15–0,2 м; степень уплотнения при разравнивании 20–25%, угловую скорость 23–30 рад/с, диаметр разравнивающего диска 0,74 м.

6. Получена теоретическая модель для обоснования параметров дозирующего устройства установки для внесения гуматов в зависимости от изменения плотности рулона при прессовании. Расход гуматов зависит от плотности прессования и времени формирования рулона. Максимальный расход препарата составляет около 5 л/мин, при увеличении плотности прессования расход препарата существенно уменьшается, так как повышенная плотность прессования снижает попадание влаги и контакт с атмосферным воздухом. Установлено, что точность внесения гуматов в процессе прессования сена будет определяться типом и количеством форсунок и скоростью истечения рабочей жидкости.

3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА И ПРЕСС-ПОДБОРЩИКА ДЛЯ ЗАГОТОВКИ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ С ОБРАБОТКОЙ ГУМАТАМИ

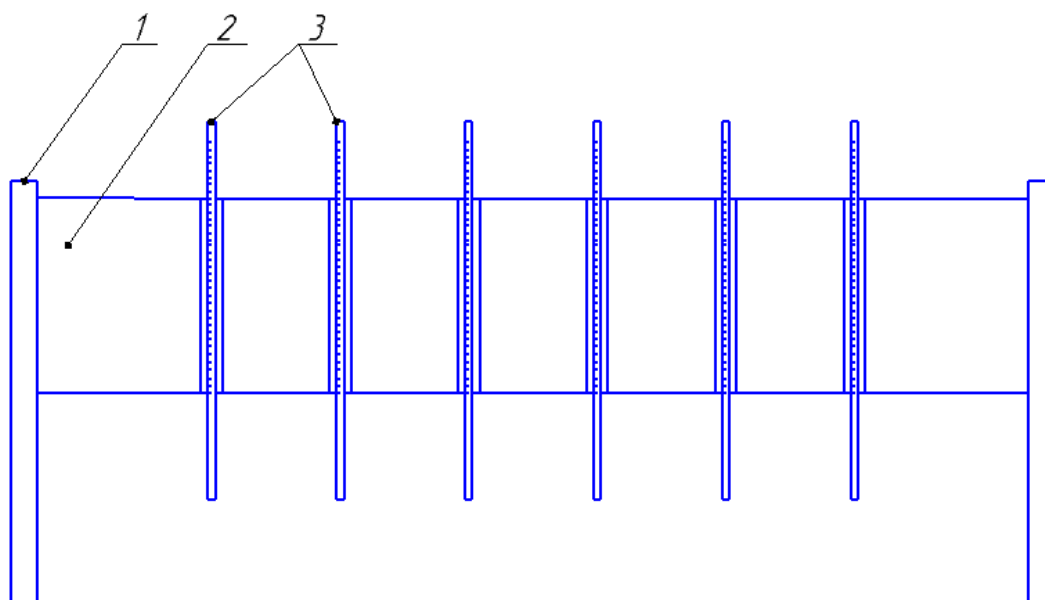
Теоретическими исследованиями процессов прессования рулонов установлено, что плотность рулонов неоднородна, что может привести к снижению сохранности сена в зонах с недостаточной плотностью. Для повышения качества сена нами используется раствор гуматов, причём их распределение обратно пропорционально плотности внутри рулона. Для совершенствования технологического процесса заготовки стебельчатых кормов, а также уточнения параметров и режимов работы установки для внесения гуматов и разравнивающего устройства пресс-подборщика, нами были проведены экспериментальные исследования.

Программа экспериментальных исследований включала:

1. Исследование равномерности валка сена в поперечной плоскости
2. Исследование распределения плотности прессованного сена внутри рулона.
3. Обоснование рациональных параметров и режимов работы разравнивающего устройства.
4. Исследование параметров и режимов установки внесения гуматов в растительную массу.
5. Исследование влияния нормы расхода гуматов на качество прессованного сена в рулонах.
6. Производственные исследования влияния нормы расхода гуматов на сохранность сена.

3.1 Методика исследования равномерности валка сена в поперечной плоскости

Для исследования равномерности валка сена нами был использован профиломер (рисунок 3.1) длиной 1,6 метра, с мерными рейками, который устанавливался поперёк валка через каждые 0,5 метра на учётных делянках. Учётные делянки располагались по диагонали участка, на участке выбиралось не менее 5–7 учётных делянок, длина учётной делянки составляла 25 метров, полученные данные усреднялись и сводились в таблицу. Анализ полученных данных производился в программе STATISTICA 10.



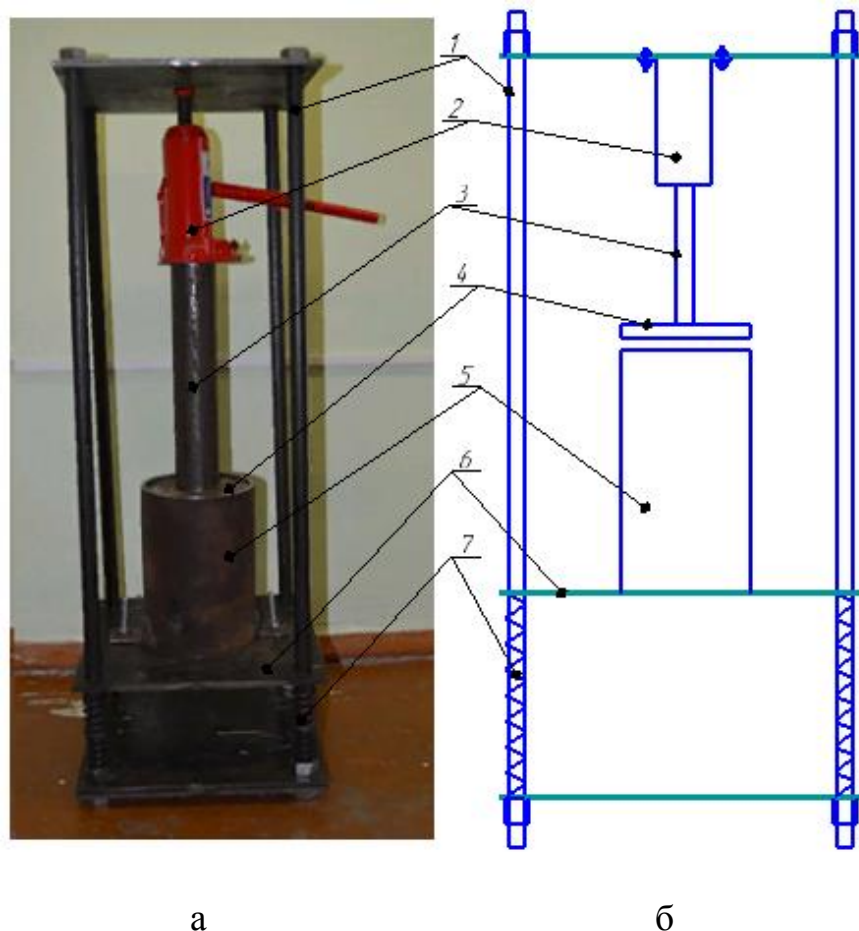
1 – стойка; 2 – основание; 3 – мерные рейки

Рисунок 3.1 – Схема профиломера для определения формы валка

3.2 Методика экспериментальных исследований распределения плотности прессованного сена внутри рулона.

Для исследования влияния сжимающих напряжений на плотность сена применялась лабораторная установка (рисунок 3.2), состоящая из станины 1,

гидравлического домкрата 2, упорной трубы 3, уплотняющей площадки 4, установленной внутри направляющего цилиндра 5 диаметром 200 мм, размещённого на основании 6, подпружиненном с помощью тарированных пружин 7.



а – общий вид; б – конструктивная схема;
 1 – станина, 2- гидравлический домкрат, 3- упорная труба 4- уплотняющая площадка, 5 – направляющий цилиндр, 6 – подпружиненное основание, 7 – тарированные пружины

Рисунок 3.2 – Лабораторная установка для исследования влияния сжимающих напряжений на плотность сена

Установка работает следующим образом в направляющий цилиндр закладывается проба сена с упорядоченным расположением стеблей либо вдоль направления деформации, либо поперёк. Вес и влажность пробы определяется предварительно. Сжатие пробы сена производится с помощью

гидравлического домкрата через упорную трубу и уплотняющую площадку. При сжатии сена происходит смещение подпружиненной площадки, усилие сжатия определяют по средней величине сжатия тарированных пружин, установленных между площадкой и основанием. Величина усилия определяется по формуле:

$$F_c = C_n \cdot h_n , \quad (3.1)$$

где F_c – усилие сжатия пробы сена, Н;

C_n – коэффициент жёсткости блока пружин, Н/м;

h_n – перемещение подпружиненной площадки, м.

Перемещение подпружиненной площадки определяем по формуле:

$$h_n = \frac{1}{n_{np}} \sum_{i=1}^n h_{ni} , \quad (3.2)$$

где n_{np} – количество пружин в блоке, шт;

h_{ni} – деформация i -ой пружины, м.

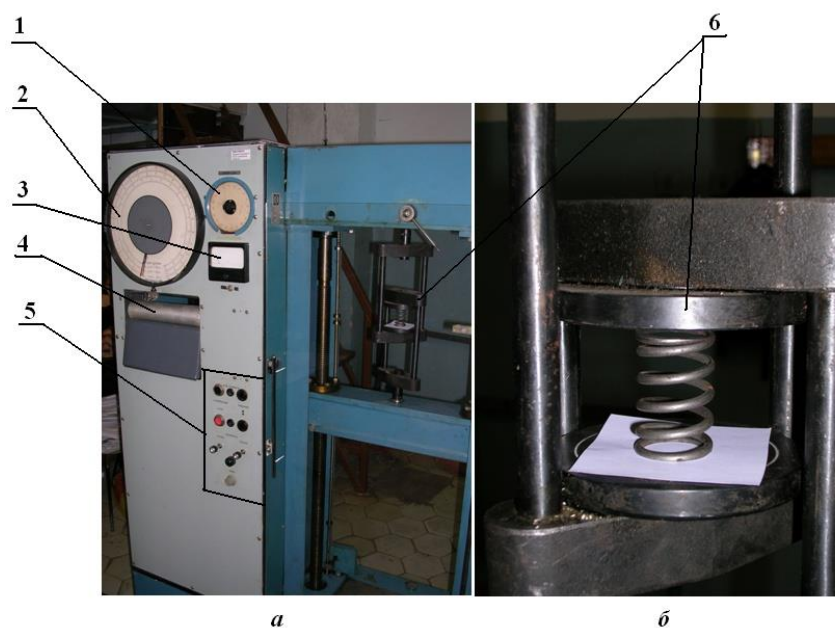
Коэффициент жёсткости блока пружин рассчитывали по формуле:

$$C_n = \frac{1}{n_{np}} \sum_{i=1}^n C_{ni} , \quad (3.3)$$

где n_{np} – количество пружин в блоке, шт;

C_{ni} – коэффициент жёсткости i -ой пружины, Н/м.

Тарировку пружин проводили на стенде Р5 (рисунок 3.3), устанавливая каждую пружину по отдельности и снимая её характеристику. Каждой пружине присваивался свой номер, для равномерного перемещения подпружиненной площадки блок пружин формировался с учётом коэффициентов жёсткости каждой пружины.



a – стенд P5; *б* – пружина, установленная на оснастке;

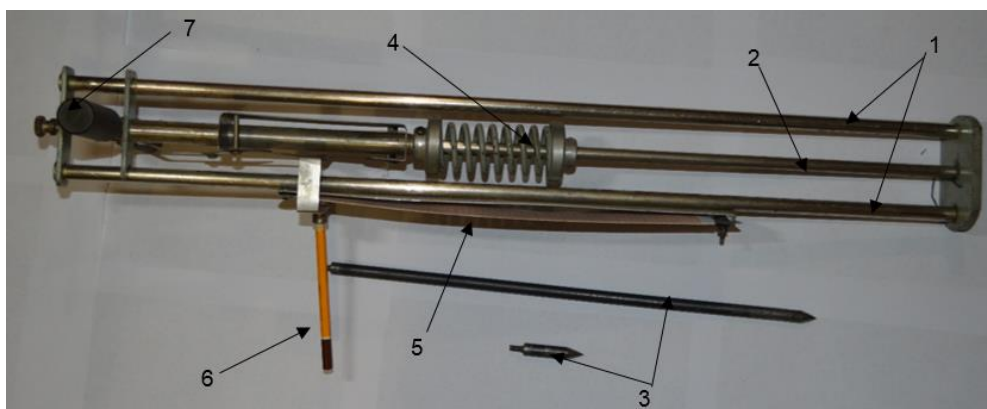
1 – измеритель деформации; 2 – манометр; 3 – переключатель нагрузки; 4- барабан для записи диаграммы сжатия; 5 – блок управления установкой; 6 – оснастка для установки образца

Рисунок 3.3 – Стенд P5 для определения жёсткости пружин.

Для проведения эксперимента нами было подготовлено по 5 проб сена для закладки в направляющий цилиндр вдоль и поперёк направления сжатия.

Проверка достоверности эксперимента проводилась с помощью критерия Фишера.

Для исследования плотности сена внутри рулона была проведена серия экспериментов. Несколько рулонов, размером 1,6 м, были поделены на участки, на границах участков с помощью твердомера Ревякина, оборудованного специальными наконечниками, определяли усилие внедрения наконечника (рисунок 3.4) [10, 59].



1 – рамка; 2 – стержень; 3 – наконечник; 4 – пружина; 5 – бумага; 6 – карандаш; 7 – рукоятка

Рисунок 3.4 – Общий вид переоборудованного твердомера для исследования твердости в рулоне сена

При определении твёрдости материалов, например, с помощью твердомера Ревякина в материал погружается стержень со штампом. По отношению усилия к площади контакта (смятому объёму) определяется твёрдость различных слоёв. При этом трением боковых поверхностей стержней и штампа пренебрегают. Однако при измерении твёрдости упругих материалов воздействие боковых сил трения может достигать значительных усилий. Рассмотрим схему взаимодействия стержня твердомера с коническим наконечником с упругим материалом (рисунок 3.5) [10, 59].

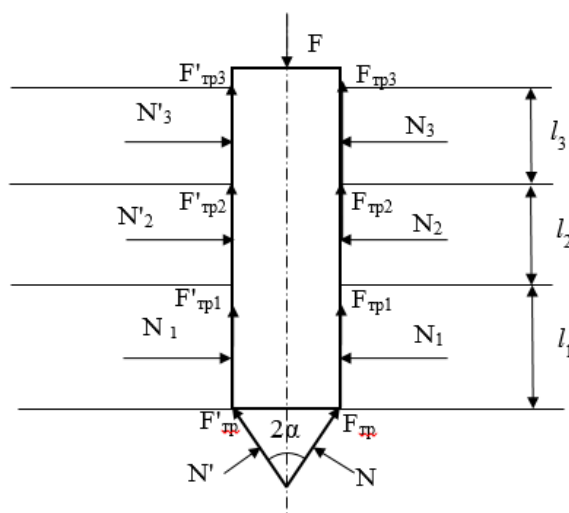


Рисунок 3.5 – Расчётная схема нагружения стержня твердомера

Рассмотрим, как будет меняться усилие погружения стержня F с учётом неравномерности твёрдости прессованного сена. Особая роль в этом будет у бокового давления, которое пропорционально твёрдости. Таким образом вертикальные составляющие, действующие на конический наконечник, будут характеризовать твёрдость в данном сечении:

$$P_c = \frac{F_m}{S_n}, \quad (3.4)$$

где P_c – твердость прессованного сена, Н/м²;

F_m – усилие вдавливания (внедрения) твердомера, Н;

S_n – площадь поперечного сечения (площадь проекции сечения) конического наконечника, м²

Следует отметить, что поперечная жёсткость материала зависит и от материала, и от размеров штампа [2].

Интенсивность бокового давления (реактивный отпор) [2]:

$$N_i = C_{zi} \cdot l_x \cdot S_{\sigma n} = C_{zi} \cdot \frac{d}{2} \cdot S_{\sigma n}, \quad (3.5)$$

где l_x – перемещение материала при вдавливании стержня с коническим наконечником, м.

C_z – коэффициент жёсткости материала, Н/м³.

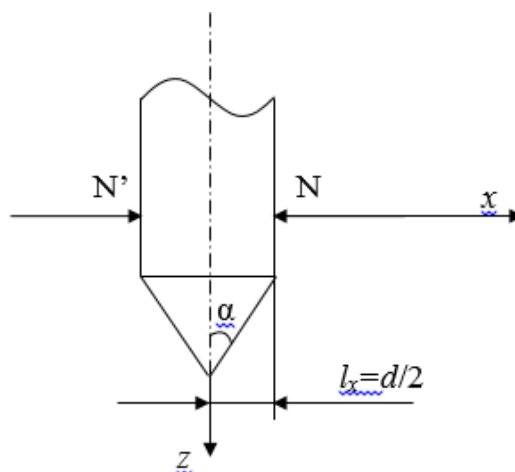


Рисунок 3.6 – Схема к расчёту интенсивности бокового давления

Таким образом, усилие внедрения твердомера будет складываться из сопротивления конического наконечника и сил трения на боковой поверхности стержня. Сопротивление конического наконечника зависит от его размеров коэффициента жёсткости материала:

$$N_{ki} = S_{\bar{o}n} \cdot C_{zi} \cdot l_y = S \cdot C_{zi} \cdot \frac{d}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}, \quad (3.6)$$

где $S_{\bar{o}n}$ – площадь боковой поверхности конуса,

$$(S_{\bar{o}n} = \pi \cdot \frac{d}{2} \cdot l = \pi \cdot \frac{d^2}{4 \cdot \cos \alpha}), \text{ м}^2;$$

где 2α – угол атаки конуса, рад.

Сила трения на конусной части наконечника:

$$F_{mp\kappa} = f \cdot N_{ki}, \quad (3.7)$$

В результате суммарное усилие внедрения штампа твердомера можно записать в виде:

$$F_m = N_{ki} \cdot \sin \alpha + F_{mp\kappa} \cdot \cos \alpha + \sum f \cdot N_i, \quad (3.8)$$

Подставив значения величин в выражение (3.8) получим:

$$F_m = \left(C_{zk} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot \cos \alpha} \cdot \frac{d}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha} \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) + C_{zi} \sum f \cdot \pi \cdot \frac{d}{2} \cdot \pi \cdot d \cdot l_i \right), \quad (3.9)$$

Преобразовав, имеем:

$$F_m = \left(C_{zk} \cdot \frac{\pi \cdot d^3}{8 \cdot \cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha} \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) + C_{zi} \sum f \cdot \pi^2 \cdot \frac{d^2}{2} \cdot l_i \right), \quad (3.10)$$

Полученное выражение будет суммарным усилием внедрения штампа с учётом различной твёрдости слоёв. Для анализа диаграммы твердости материала следует выбрать интервал глубины l_i таким, чтобы диаграмма на данном интервале была равномерной. Для определения суммарных боковых сил трения необходимо вычислить их значение по формуле:

$$F_m = \left(F_{mpi} = C_{zi} \cdot \pi^2 \cdot \frac{d^2}{2} \cdot l_i \right), \quad (3.11)$$

на каждом участке и вычесть из общего значения.

Для получения достоверных результатов на каждой границе участков производились испытания с трёхкратной повторностью. Данные испытания усреднялись по формуле:

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{n}, \quad (3.12)$$

где $h_1, h_2 \dots h_n$ – высоты диаграмм, м.

3.3 Методика экспериментальных исследований разравнивающего устройства

Разравнивающее устройство представляет собой металлическую раму с закреплёнными дисками, которые имеют привод от гидромотора. На разравнивающих дисках установлены подпружиненные пальцы, которые растаскивают валок сена по ширине захвата подборщика, вращение разравнивающих дисков осуществляется по ходу движения валка в противоположные стороны. Подборщик с разравнивающим устройством представлен на рисунке 3.7.



1 – разравнивающие диски; 2 – подпружиненные пальцы; 3 – ведущая ремённая передача; 4 – ремённая передача в виде «восьмерки»

Рисунок 3.7 – Общий вид разравнивающего устройства, смонтированного на пресс-подборщик

Подборщик с разравнивающим устройством работал на естественном разнотравье. Пресс-подборщик сравнивался с аналогичным пресс-подборщиком в тех же режимах и в аналогичных условиях без разравнивающего устройства. Оценка качества работы пресс-подборщиков происходила по равномерности распределения плотности внутри рулона. Для оценки плотности прессования применялась методика, описанная в разделе 3.2.

3.4 Методика экспериментальных исследований установки для внесения гуматов

Лабораторная установка для проведения экспериментальных исследований представляла собой установку для внесения гуматов с регулятором расхода на основании сигнала датчика плотности прессования (рисунок 3.8).

Установка содержит ёмкость для гуматов, насос постоянного давления, предохранительный клапан, электромагнитный клапан регулирования подачи и распределительное устройство, выполненное в виде штанги с форсунками. Все элементы установки связаны между собой трубопроводами. Электромагнитный клапан соединён с распределяющим устройством в виде штанги с форсунками, а также имеется предохранительный клапан, соединённый трубопроводом обратной связи с ёмкостью для гуматов. Электромагнитный клапан электрически связан с датчиком плотности прессования, соединённым с регулятором положения. Схема и общий вид лабораторной установки представлены на рисунке 3.8. Для измерения расхода гуматов в зависимости от положения датчика степени прессования использовалась мерная ёмкость. Определение рабочего давления производилось при помощи манометра ТМ-310Р класса точности 2,5, работающего в диапазоне 0 – 1 МПа.



1 – электронасос; 2 – емкость для гуматов; 3 – манометр; 4 – шаровой кран с электроприводом; 5 – мерные ёмкости; 6 – штанга с форсунками; 7 – блок управления; 8 – подающий и обратный трубопровод; 9 – аккумулятор; 10 – форсунки.

Рисунок 3.8 – Общий вид лабораторной установки

Для проведения экспериментальных исследований был разработан план эксперимента, который представлен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Матрица планирования эксперимента по исследованию параметров и режимов установки для распыления раствора гуматов

Показатели	Факторы варьирования		Функция оптимизации
	Рабочее давление, МПа	Количество форсунок на штанге, шт	Равномерность распределения гуматов, %
Верхний уровень	0,8	8	Y_1
Нулевой уровень	0,5	6	Y_2
Нижний уровень	0,2	4	Y_3
Интервал варьирования	0,3	2	-

Эксперименты выполнялись в трёхкратной повторности, результаты экспериментов обрабатывались в программе Statistica 10

3.5 Методика экспериментальных исследований сохранности сена в зависимости от способа внесения гуматов

Экспериментальные исследования по применению гуматов проводились на естественном разнотравье в сельскохозяйственном производственном кооперативе «Красный Маяк», который находится в селе Перкино Спасского района Рязанской области и в ООО «Авангард», расположенном в селе Хирино Рязанского района Рязанской области [61].

В качестве основного консервирующего состава применялся гумат «Кормогумат АС», характеристики которого приведены в таблице 3.2.

На основе суточного потребления прессованного сена и необходимого содержания гуматов в рационе животных, а также обеспечение сохранности сена нами были взяты следующие нормы расхода: 3 литра на 100 кг и 1,5 литра на 100 кг сена. В результате эксперимента было заложено на хранение 12 рулонов с нормой расхода 3 литра на 100 кг, 12 рулонов с нормой расхода 1,5 литра на 100 кг сена и 6 рулонов контрольной группы.

Таблица 3.2. Основные характеристики препарата «Кормогумат АС» [61]

Наименование показателя	Единицы измерения	Количество
Уровень рН раствора	ед.рН	12,72
Азот общий	г/л	1,21
Натрий	г/л	1,88
Калий	г/л	14,92
Гуминовые кислоты	г/л	19,52
Фульвокислоты	г/л	9,13
Сумма гуминовых и фульвокислот	г/л	28,65
Медь	мг/л	0,45
Цинк	мг/л	0,75
Кобальт	мг/л	0,03
Марганец	мг/л	2,1
Железо	мг/л	165,9
Молибден	мг/л	0,173
Бор	мг/л	10,1

Обработанные рулоны отмечались специальными бирками с цветными полосками и колышками с цветной изолентой. Рулоны, обработанные раствором «Кормогуат АС» с расходом 3 литра на 100 кг сена помечались красным цветом рисунок 3.9.



Рисунок 3.9 – Маркировка рулонов, обработанных «Кормогуатом АС» с расходом 3л/100 кг.

Рулоны, обработанные раствором «Кормогуат АС» с расходом 1,5 литра на 100 кг сена, помечались зелёным цветом (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 – Маркировка рулонов, обработанных «Кормогуатом АС» с расходом 1,5л/100 кг.

Обработанные рулоны закладывались на хранение в поле вместе с контрольными образцами. Причем при складывании рулонов в скирды, обработанные и необработанные рулоны укладывались вперемешку с расположением в различных ярусах скирда, чтобы обеспечить одинаковые условия хранения для обработанных и необработанных рулонов.

Методика отбора проб соответствовала ГОСТ 27262-87 [23].

Отбор проб сена производили не ранее чем через 30 дней после его заготовки.

Точечные пробы из партии сена, хранящегося в скирдах, отбирались с помощью пробоотборника по периметру скирд на равных расстояниях друг от друга из центра и периферии рулона со всех доступных сторон с глубины не менее 0,5 м.

Масса точечной пробы должна составлять от 0,1 до 0,5 кг в зависимости от количества отбираемых точечных проб.

Из точечных проб составили объединённую пробу. Масса объединённой пробы не менее 2 кг.

Для этого точечные пробы сена сложили тонким слоем (3-4 см) на брезенте или пленке и осторожно перемешали, не допуская ломки растений и образования трухи.

Из объединённой пробы сена выделяли среднюю пробу для анализа. Для этого не менее чем из 10 различных мест по всей площади и толщине слоя отобрали пучки сена массой 100 – 120г таким образом, чтобы осыпавшиеся части растений также были включены в пробу.

Выделенную среднюю пробу массой не менее 1 кг упаковали пакет из полимерной пленки.

На пакет с пробой корма наклеивали этикетку с номером пробы.

Для анализа сохранности и питательных свойств, обработанные и контрольный образцы сена были переданы в аккредитованную испытательную лабораторию по агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственного производства Федерального государственного учреждения «Станция агрохимической службы «Рязанская». Анализ проводился по следующим показателям: органолептическим показателям; сухому веществу; сырому протеину; сырой клетчатке; каротину (провитамину А); кормовым единицам, обменной энергии; летучим кислотам и рН; нитратам.

3.6 Методика производственных исследований влияния нормы расхода гуматов на сохранность сена

Установка для внесения гуматов в растительную массу устанавливалась на пресс-подборщик (рисунок 3.11) следующим образом: на специально подготовленную платформу закрепили ёмкость для гуматов, после чего наполнили её препаратом «Кормогумат АС». Закрыв ёмкость крышкой с заранее подготовленными отверстиями для шлангов подающего и обратного трубопроводов, мы установили на неё насос постоянного давления, подключив к нему подающий трубопровод. Электромагнитный клапан крепился на корпусе пресс-подборщика



Рисунок 3.11 – Общий вид установки для внесения гуматов смонтированной на пресс-подборщике

Штанга с форсунками крепилась над подбирающим механизмом при помощи хомутов, после чего соединялась шлангами подающего трубопровода с электромагнитным клапаном.

Регулирование подачи происходило при помощи электромагнитного клапана, связанного электрически с датчиком прессования через блок управления. В начальный период формирования рулона, когда плотность

прессования невысока, подавалось максимальное количество гуматов. По мере уплотнения рулона и формирования более плотных периферийных слоёв рулона расход гуматов уменьшался. Во время технических разворотов питание установки отключалось при помощи тумблера, установленного на приборной панели в кабине трактора [111, 112].

Заключение по разделу

Предложенные программы и методики экспериментальных исследований основаны на современных методиках проведения экспериментов в области технологических процессов сельскохозяйственных машин. В экспериментальных исследованиях применяется как стандартное, так и специально изготовленное оборудование, которое позволило провести следующие исследования: равномерности валка сена в поперечной плоскости; распределения плотности прессованного сена внутри рулона; обоснование рациональных параметров и режимов работы разравнивающего устройства; параметров и режимов установки для распыления раствора гуматов; влияния нормы расхода гуматов на качество прессованного сена в рулонах; влияния нормы расхода гуматов на сохранность сена.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА И ПРЕСС-ПОДБОРЩИКА ДЛЯ ЗАГОТОВКИ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ С ОБРАБОТКОЙ ГУМАТАМИ

4.1 Результаты исследования равномерности валка сена в поперечной плоскости

Исследования проводились в сельскохозяйственном производственном кооперативе «Красный Маяк», на естественных кормовых угодьях после сгребания колёсными граблями ГВК-6 в агрегате с трактором МТЗ – 80. На основании анализа полученных данных с помощью программы STATISTICA 10 получено уравнение регрессии

$$H = -0.016 + 0.9498b_e - 0.5926b_e^2, \quad (4.1)$$

где H – высота валка, м;

b_e – ширина валка, м.

По результатам также был построен график, представленный на рисунке 4.1.

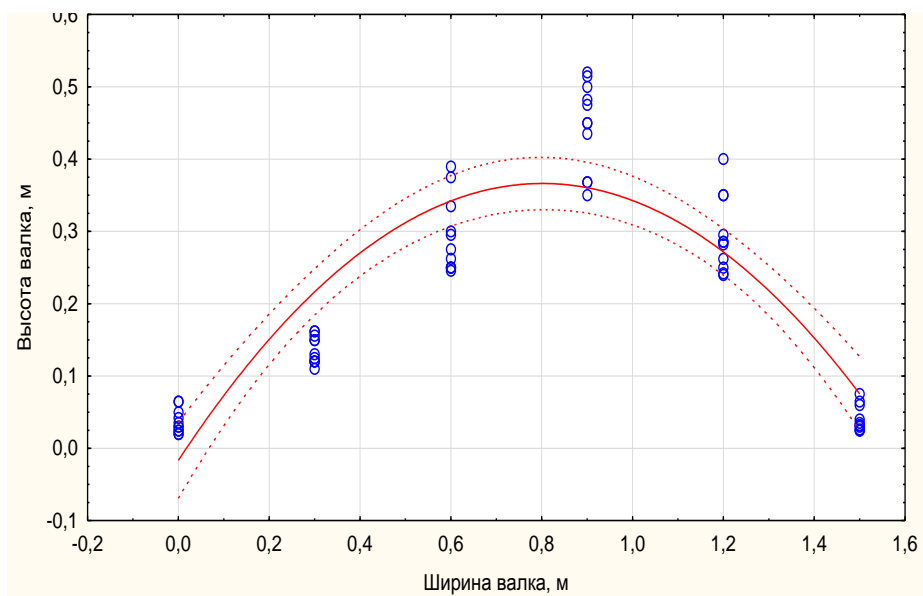


Рисунок 4.1– Результаты исследований равномерности валка сена в поперечном сечении

Статистический анализ модели показал, что коэффициент корреляции составляет $R=0.89$, коэффициент детерминации, показывающий адекватность

модели, составил 0,79, что превышает предельное значение 0,75, что свидетельствует о работоспособности модели. Анализ значимости коэффициентов уравнения регрессии показал высокую значимость второго и третьего коэффициентов уравнения 4.1.

Анализ графика показывает, что валок располагается крайне неоднородно по ширине захвата, имеет наибольшую высоту в средней части, по бокам валка сено располагается под углом естественного откоса (внутреннего трения). Учитывая сложную структуру валка сена и разнонаправленность стеблей, можно сделать вывод, что стандартные операции при работе подборщика: подбор, транспортирование, подпрессовка – в недостаточной степени способствуют равномерному распределению сена по ширине захвата пресс-подборщика. При прессовании проблема усугубляется, так как середина валка примерно приходится на середину рулона, в результате чего средняя часть рулона имеет более высокую плотность, а края рулона низкую плотность, что ведёт к проникновению влаги и порче сена.

4.2 Результаты экспериментальных исследований распределения плотности прессованного сена внутри рулона

Полученные данные обрабатывались согласно приведённой методике в пункте 3.2 и заносились в таблицу значений, на основании которой создавалась топографическая картина плотности рулона. Затем с помощью программы STATISTICA V10 была построена модель плотности прессованного сена в рулоне, которая приведена на рисунке 4.2. Уравнение регрессии выглядит следующим образом:

$$V_3 = 112.523 + 144.617 \cdot V_1 + 197.146 \cdot V_2 - 86.218 \cdot V_1^2 - 27.213 \cdot V_2^2 - 261.13 \cdot V_1 \cdot V_2, \quad (4.2)$$

где V_3 – плотность сена в рулоне без разравнивания, кг/м³;

V_2 – глубина проникновения наконечника, м;

V_I – ширина рулона, м.

Статистический анализ модели показал, что коэффициент корреляции составляет $R=0,87$, коэффициент детерминации, показывающий адекватность модели, составил $0,76$.

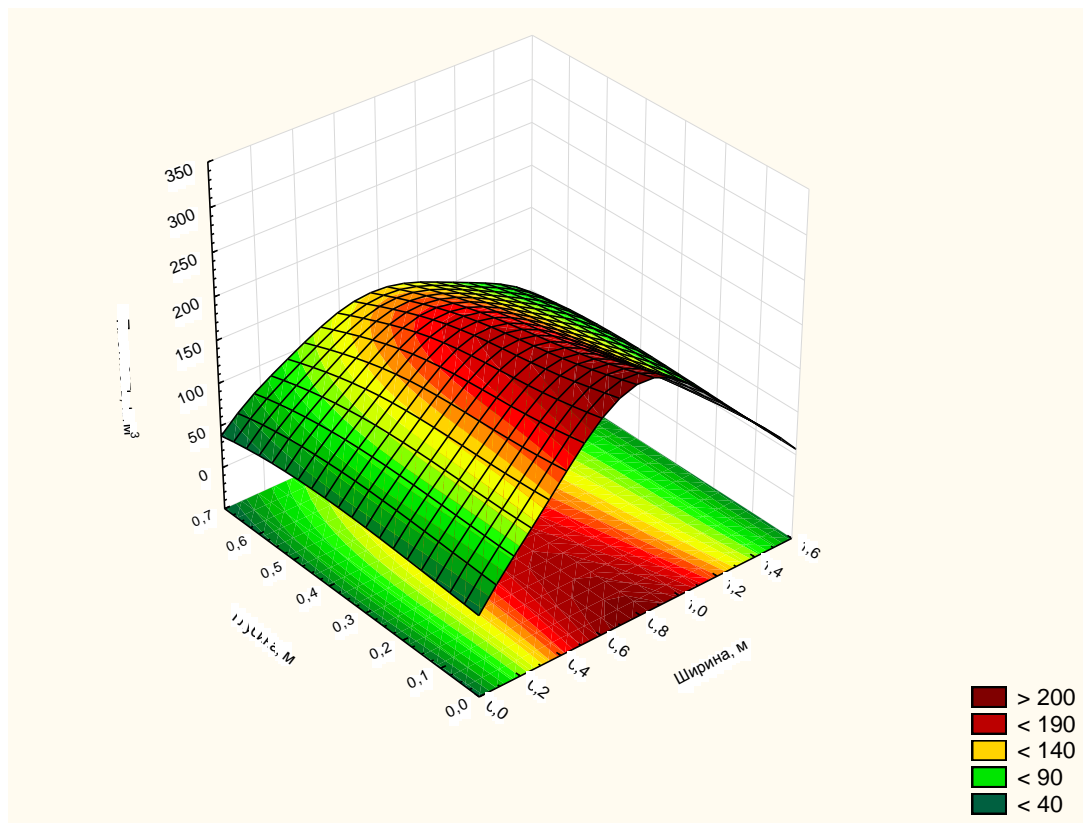


Рисунок 4.2 – Распределение плотности сена внутри рулона

При исследовании влияния сжимающих напряжений на плотность сена получены уравнения регрессии при расположении стебельчатых частиц поперек волокон по направлению деформации:

$$\sigma_c = -0.0586 + 1.8218 \cdot \gamma, \quad (4.3)$$

где σ_c – напряжение сжатия, кПа;

γ – плотность прессованного сена, кг/м³.

и вдоль волокон по направлению деформации:

$$\sigma_c = -0.0376 + 2.0389 \cdot \gamma, \quad (4.4)$$

Статистический анализ уравнений 4.3 и 4.4 показал высокую достоверность, коэффициент детерминации для уравнения 4.3 составляет

0,76, а для уравнения 4.4 – 0,95, значимость всех коэффициентов уравнений регрессии высокая.

Учитывая прямопропорциональную зависимости между твёрдостью и плотностью сена в диапазоне от 23 кг/м³ до 185 кг/м³, можно предположить, что изменение значения твёрдости будут соответствовать значениям плотности сена, то есть картина распределения твёрдости сена внутри рулона будет соответствовать распределению плотности сена.

Анализ распределения плотности сена внутри рулона показал, что наибольшая плотность сена наблюдается в средней части рулона. Это обусловлено формой валка сена, который попадает в пресс-подборщик. В процессе формирования валка сена граблями, его поперечное сечение представляет собой перевернутую параболу [59]. В результате уплотнения поднятого валка, образованный рулон имеет более высокую плотность в средней части цилиндрической поверхности (в середине ширины рулона).

Таким образом, в результате исследований плотности сена внутри рулона установлено, что плотность сена в средней части (в середине ширины) рулона в 2 – 3 раза выше, чем по краям рулона. Ширина зоны повышенной плотности составляет 0,7 м, что равно 44% ширины рулона. Для повышения сохранности сена и исключения проникновения воздуха и влаги, необходимо обеспечивать равномерность плотности по всей ширине рулона. Это позволит также увеличить массу рулона при той же плотности прессования сена.

4.3 Результаты экспериментальных исследований разравнивающего устройства

Полученные данные обрабатывались согласно приведённой методике и заносились в таблицу значений, на основании которой создавалась топографическая картина плотности рулона. Затем с помощью программы STATISTICA V10 была построена модель плотности прессованного сена в

рулоне, которая приведена на рисунке 4.3. Уравнение регрессии выглядит следующим образом:

$$V_4 = 78.531 + 160.275 \cdot V_1 + 39.44 \cdot V_2 - 121.259 \cdot V_1^2 - 415.77 \cdot V_2^2 - 205.945 \cdot V_1 \cdot V_2, \quad (4.5)$$

где V_4 – плотность сена в рулоне после разравнивания, кг/м³;

V_2 – глубина проникновения наконечника, м;

V_1 – ширина рулона, м.

Статистический анализ модели показал, что коэффициент корреляции составляет $R=0,90$, коэффициент детерминации, показывающий адекватность модели, составил $0,81$.

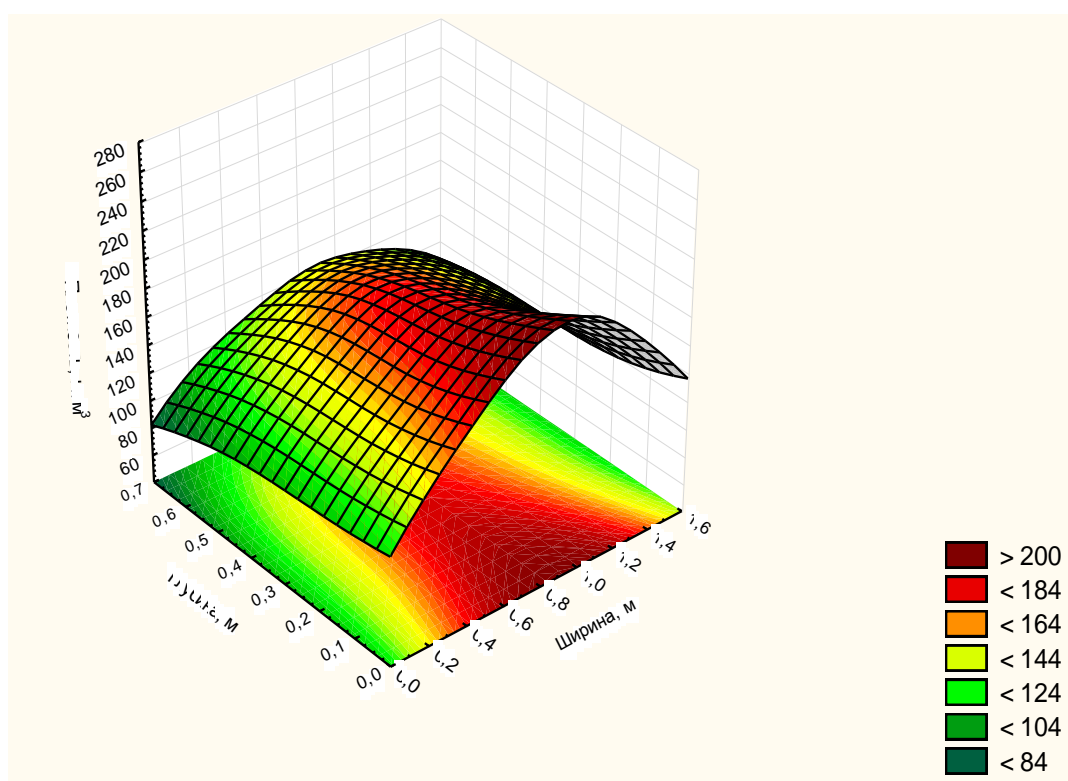


Рисунок 4.3 – Распределение плотности сена внутри рулона после разравнивания

Анализ графика распределения плотности после работы разравнивающего устройства показал, что плотность сена по краям рулона выросла с 40 кг/м³ до 84 кг/м³, причём в середине рулона плотность осталась прежней на уровне 180 – 200 кг/м³. Следует отметить, что плотность прессования на краях снижается из-за релаксации напряжений благодаря

низким значениям коэффициента трения, особенно стеблей трав. В результате экспериментальных исследований пресс-подборщика, оборудованного разработанным разравнивающим устройством, установлено, что применение разравнивающего устройства со следующими рациональными параметрами и режимами: расстояние между пальцами 0,15 м, угловая скорость дисков 25 рад/с, диаметр дисков 0,74 м, - позволяет повысить вес рулона в среднем на 50 кг, тем самым увеличив производительность пресс-подборщика на 8-15%.

Таким образом, применение разравнивающего устройства способствует более равномерному распределению плотности внутри рулона, снижая вредное воздействие от проникновения влаги и воздуха, и повышает производительность пресс-подборщика на 8-15%.

4.4 Результаты лабораторных исследований установки для внесения раствора гуматов

С целью определения рабочего давления и количества форсунок для внесения гуматов на валок сена, поступающего в прессовальную камеру, нами были проведены исследования. В ходе исследований эффективность внесения гуматов оценивалась по необходимой величине расхода и неравномерности расхода форсунок. В качестве рабочей жидкости использовался «Кормогумат АС», свойства гуматов приведены в пункте 3.5. Общий вид установки представлен в пункте 3.4.

Были проведены исследования неравномерности расхода гуматов по форсункам, в зависимости от количества форсунок и рабочего давления.

Полученные данные обрабатывались в программе STATISTICA 10, в результате обработки получено уравнение регрессии, характеризующее неравномерность:

$$\psi(n, P) = 70.03 + 76.29 \cdot P_{жс} - 25.67 \cdot n_{ф} - 91.97 \cdot P_{жс}^2 + 0.42 \cdot n_{ф} \cdot P_{жс} + 1.99 \cdot n_{ф}^2, \quad (4.6)$$

где ψ – неравномерность расхода гуматов, %;

$n_{\text{ф}}$ – количество форсунок, шт;

$P_{\text{жс}}$ – давление рабочей жидкости, МПа.

Данная математическая модель адекватно описывает процесс, коэффициент детерминации составляет 0,632, коэффициент корреляции составляет $R = 0,795$. На основании полученной модели построен график зависимости неравномерности расхода гуматов от количества форсунок и рабочего давления [109].

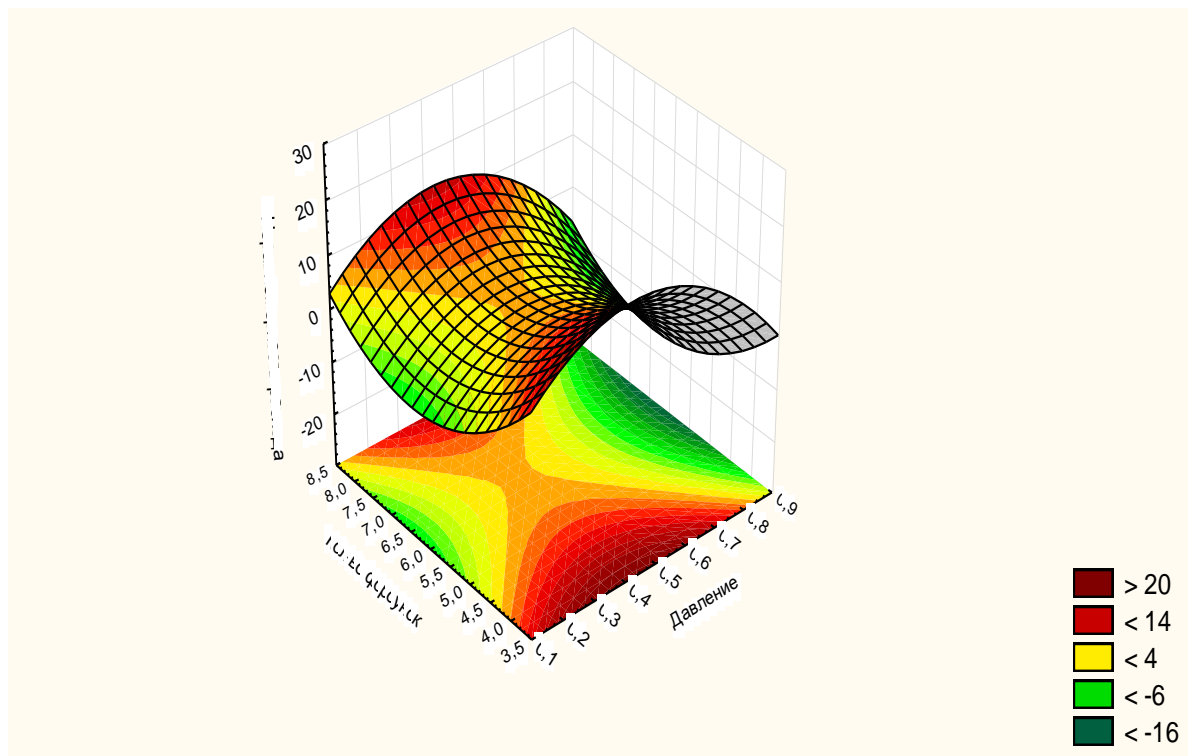


Рисунок 4.4 – График зависимости неравномерности расхода гуматов от количества форсунок и рабочего давления

Анализ графика показывает, что с увеличением давления и количества форсунок увеличивается расход гуматов. График неравномерности расхода гуматов по форсункам имеет явно выраженный оптимум при давлении 0,45 МПа и количестве форсунок 6, что соответствует неравномерности распределения гуматов 4,5% [109].

4.5 Результат экспериментальных исследований сохранности сена в зависимости от способа внесения гуматов

Отбор проб сена производился согласно методике, описанной в пункте 3.5. Полученные результаты экспертизы были проанализированы и сведены в таблицы.

Таблица 4.1 - Результаты исследований качественных показателей образцов сена, обработанных препаратом «Кормогумат АС» с нормой расхода 3л/100 кг

Наименование анализируемого показателя	Наименование НД на методы испытаний	Ед. изм.	Результат измерений		Требования по ГОСТ (для 3 класса)
			Центр рулона прессованного сена	Край рулона прессованного сена	
Органолептические показатели					
- Цвет	ГОСТ 4808-87		Желто-зеленый	Желто-зеленый	Буровато-зеленый
- Запах	ГОСТ 4808-87		Соответствует	Соответствует	Без постороннего
Наличие плесени	ГОСТ 4808-87		Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Массовая доля сухого вещества	ГОСТ 27548-97	%	82,2	80,4	Не менее 83
Массовая доля в пересчете на абсолютно-сухое вещество:					
- сырого протеина	ГОСТ 13496.4-93	%	6,8	8,3	Не менее 7
- сырой клетчатки	ГОСТ 13496.2-91	%	33,8	33,2	Не более 38
Массовая доля при естественной влажности					
- нитратов	ГОСТ 13496.19-93	мг/кг	234	155	Не более 1000
- каротина	ГОСТ 13496.17-95	мг/кг	13	16	

Продолжение таблицы 4.1

Питательность 1 кг корма естественной влажности					
- обменная энергия	МУ по оценке качества и питательности кормов, ЦИНАО, 1993 г.	Мдж	6,95	6,86	
- кормовые единицы		Кг	0,48	0,47	
- Переваримый протеин			30,9	35,5	
Класс	ГОСТ 4808-87		неклассное	неклассное	

Анализ качества кормов показал, что в зависимости от мест взятия пробы показатели меняются незначительно. Так, количество сырого протеина в центре рулона меньше на 1,7%, перевариваемого протеина меньше на 4,6 ед., каротина меньше на 3 мг/кг [9, 60].

Таблица 4.2 - Результаты исследований образцов сена, обработанных препаратом «Кормогуат АС» с нормой расхода 1,5л/100 кг

Наименование анализируемого показателя	Наименование НД на методы испытаний	Ед. изм.	Результат измерений		Требования по ГОСТ (для 3 класса)
			Центр рулона прессованного сена	Край рулона прессованного сена	
Органолептические показатели					
- Цвет	ГОСТ 4808-87		Желто-зеленый	Желто-зеленый	Буровато-зеленый
- Запах	ГОСТ 4808-87		Слабо-затхлый	Соответствует	Без постороннего

Продолжение таблицы 4.2

Наличие плесени	ГОСТ 4808-87		Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Массовая доля сухого вещества	ГОСТ 27548-97	%	80,4	81,7	Не менее 83
Массовая доля в пересчете на абсолютно-сухое вещество:					
- сырого протеина	ГОСТ 13496.4-93	%	8,3	7,3	Не менее 7
- сырой клетчатки	ГОСТ 13496.2-91	%	32,3	30,6	Не более 38
Массовая доля при естественной влажности					
- нитратов	ГОСТ 13496.19-93	мг/кг	112	202	Не более 1000
- каротина	ГОСТ 13496.17-95	мг/кг	9	8	
Питательность 1 кг корма естественной влажности					
- обменная энергия	МУ по оценке качества и питательности кормов, ЦИНАО, 1993 г.	Мдж	6,96	7,26	
- кормовые единицы		Кг	0,49	0,52	
- Переваримый протеин			35,6	29,3	
Класс	ГОСТ 4808-87		неклассное	неклассное	

Анализ качества кормов показал, что в зависимости от мест взятия пробы показатели меняются незначительно. Так, количество сырого протеина в центре рулона больше на 1%, сырой клетчатки больше на 1.7%, перевариваемого протеина меньше на 6,3 ед., каротина больше на 1 мг/кг. Но в образце, взятом из центра рулона, присутствует слабо-затхлый запах, что может быть признаком начала жизнедеятельности микроорганизмов или плесневых грибов [9, 60].

Таблица 4.3 - Результаты исследований контрольных образцов сена, не обработанных препаратами

Наименование анализируемого показателя	Наименование НД на методы испытаний	Ед. изм.	Результат измерений		Требования по ГОСТ (для 3 класса)
			Центр рулона прессованного сена	Край рулона прессованного сена	
Органолептические показатели					
- Цвет	ГОСТ 4808-87		Желто-зеленый	Желто-зеленый	Буровато-зеленый
- Запах	ГОСТ 4808-87		Затхлый	Затхлый	Без постороннего
Наличие плесени	ГОСТ 4808-87		Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Массовая доля сухого вещества	ГОСТ 27548-97	%	77,8	77,7	Не менее 83
Массовая доля в пересчете на абсолютно-сухое вещество:					
- сырого протеина	ГОСТ 13496.4-93	%	6,4	6,58	Не менее 7
- сырой клетчатки	ГОСТ 13496.2-91	%	33,0	32,0	Не более 38
Массовая доля при естественной влажности					
- нитратов	ГОСТ 13496.19-93	мг/кг	171	178	Не более 1000
- каротина	ГОСТ 13496.17-95	мг/кг	8	12	
Питательность 1 кг корма естественной влажности					
- обменная энергия	МУ по оценке качества и питательности кормов, ЦИНАО, 1993 г.	Мдж	6,66	6,77	
- кормовые единицы		Кг	0,46	0,48	
- Переваримый протеин			22,3	23,2	
Класс	ГОСТ 4808-87		неклассное	неклассное	

Анализ качества кормов показал, что в зависимости от мест взятия пробы показатели меняются незначительно. Так, количество перевариваемого протеина в центре меньше на 0,9 ед., каротина меньше на 3 мг/кг. Это обусловлено в большей степени неравномерностью свойств заготавливаемого сена. При этом в каждом образце присутствует затхлый запах, что может говорить об активной жизнедеятельности микроорганизмов.

По результатам исследований контрольных образцов с результатами исследований образцов сена, обработанного с нормой расхода 3л/100 кг или 1,5л/100 кг, видно значительное улучшение показателей качества обработанного препаратом «Кормогуат АС» сена. Так, например, количество перевариваемого протеина выше примерно на 30% [9, 60].

Взятые пробы сена были исследованы на условно патогенную микрофлору центром гигиены и эпидемиологии в Рязанской области, где смывами с образцов сена был произведен посев на питательном агаре для определения мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов. Результаты посева приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Результаты посева смывов образцов сена на питательном агаре

Наименование пробы	Общее количество микроорганизмов, КОЕ	Количество колоний плесневых грибов, КОЕ
Норма расхода 3л/100 кг, Центр	$4 \cdot 10^3$	0
Норма расхода 3л/100 кг, Край	$2 \cdot 10^4$	0
Норма расхода 1,5л/100 кг, Центр	$6 \cdot 10^4$	2
Норма расхода 1,5л/100 кг, Край	$3 \cdot 10^5$	1
Контрольный образец центр	$5 \cdot 10^5$	50
Контрольный образец край	$3 \cdot 10^6$	30

Анализируя результаты микробиологического исследования, можно отметить что произошло резкое снижение общего количества колоний микроорганизмов в образцах сена обработанных препаратом «Кормогуат АС» с нормой расхода 3л/100 кг, а также полное отсутствие в них колоний плесневых грибов. Таким образом, обработка сена препаратом «Кормогуат АС» в процессе прессования позволяет предотвратить развитие условно патогенной микрофлоры и повысить сохранность прессованного сена [9, 60, 113].

4.6 Результат производственных исследований влияния нормы расхода гуматов на сохранность прессованного сена

Отбор проб сена производился согласно методике, описанной в пункте 3.5, для анализа сохранности и питательных свойств, обработанные и контрольный образцы сена были переданы в аккредитованную испытательную лабораторию по агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственного производства Федерального государственного учреждения «Станция агрохимической службы «Рязанская». Анализ проводился по следующим показателям: органолептические показатели; сухое вещество; сырой протеин; сырая клетчатка; каротин (провитамин А); кормовые единицы, обменная энергия; летучие кислоты и рН; нитраты.

Результаты исследований были проанализированы и сведены в таблицы.

Таблица 4.5 Результаты исследований качественных показателей образцов сена, обработанных препаратом «Кормогуат АС»

Наименование анализируемого показателя	Наименование НД на методы испытаний	Ед. изм.	Результат измерений		Требования по ГОСТ (для 3 класса)
			Центр рулона прессованного сена	Край рулона прессованного сена	
Органолептические показатели					
- Цвет	ГОСТ 4808-87		Зеленый (Буровато-зеленый)	Зеленый (Буровато-зеленый)	соответствует
- Запах	ГОСТ 4808-87		Соответствует	Соответствует	Без постороннего
Наличие плесени	ГОСТ 4808-87		Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Массовая доля сухого вещества	ГОСТ 27548-97	%	87,5	88,2	Не менее 83
Массовая доля в пересчете на абсолютно-сухое вещество:					
- сырого протеина	ГОСТ 13496.4-93	%	11,67	12,76	Не менее 11
- сырой клетчатки	ГОСТ 13496.2-91	%	25,4	26,04	Не более 30
Массовая доля при естественной влажности					
- нитратов	ГОСТ 13496.19-93	мг/кг	678	366	Не более 1000
- каротина	ГОСТ 13496.17-95	мг/кг	25	34	Не менее 15
Питательность 1 кг корма естественной влажности					
- обменная энергия	МУ по оценке качества и питательности кормов, ЦИНАО, 1993 г.	Мдж	8,4	8,4	Не менее 7,4
- кормовые единицы		Кг	0,65	0,65	Не менее 0,53
- Переваримый протеин			56,2	72,4	
Класс	ГОСТ 4808-87		1 класс	1 класс	

Таблица 4.6 Результаты исследований контрольных образцов сена, не обработанных препаратами

Наименование анализируемого показателя	Наименование НД на методы испытаний	Ед. изм.	Результат измерений		Требования по ГОСТ (для 3 класса)
			Центр рулона прессованного сена	Край рулона прессованного сена	
Органолептические показатели					
- Цвет	ГОСТ 4808-87		Зеленый (Буровато-зеленый)	Зеленый (Буровато-зеленый)	Буровато-зеленый
- Запах	ГОСТ 4808-87		Соответствует	Соответствует	Без постороннего
Наличие плесени	ГОСТ 4808-87		Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Массовая доля сухого вещества	ГОСТ 27548-97	%	88,5	88,2	Не менее 83
Массовая доля в пересчете на абсолютно-сухое вещество:					
- сырого протеина	ГОСТ 13496.4-93	%	9,28	10,96	Для 2 класса не менее 9
- сырой клетчатки	ГОСТ 13496.2-91	%	27,2	27,55	Не более 30
Массовая доля при естественной влажности					
- нитратов	ГОСТ 13496.19-93	мг/кг	911	878	Не более 1000
- каротина	ГОСТ 13496.17-95	мг/кг	23	18	Не менее 15
Питательность 1 кг корма естественной влажности					
- обменная энергия	МУ по оценке качества и питательности кормов, ЦИНАО, 1993 г.	Мдж	8,28	8,21	Не менее 7,4
- кормовые единицы		Кг	0,63	0,62	Не менее 0,53
- Переваримый протеин			46,4	66,2	
Класс	ГОСТ 4808-87		1 класс	1 класс	

После сравнения результатов исследований контрольных образцов с результатами исследований образцов сена, обработанного препаратом «Кормогумат АС», установлено значительное снижение показателей качества у контрольных образцов. Так, например, в процессе хранения количество перевариваемого протеина снижается примерно на 15%, а количество сырого протеина снижается примерно на 17%, и по данному показателю контрольные образцы сена относятся ко 2 классу [61, 113].

Заключение по разделу

1. Результаты исследований плотности сена внутри рулона показали, что плотность сена в средней части (в середине ширины) рулона в 2–3 раза выше, чем по краям рулона. Ширина зоны повышенной плотности составляет 0,7 м, что равно 44% ширины рулона.

2. Результаты исследования плотности прессованного сена после работы разравнивающего устройства показали, что плотность сена по краям рулона выросла с 40 кг/м³ до 84 кг/м³, причём в середине рулона плотность осталась прежней, на уровне 180 – 200 кг/м³.

3. В результате экспериментальных исследований пресс-подборщика, оборудованного разработанным разравнивающим устройством, установлено, что применение разравнивающего устройства со следующими рациональными параметрами и режимами: расстояние между пальцами 0,15 м, угловая скорость дисков 25 рад/с, диаметр дисков 0,74 м, - позволяет повысить вес рулона в среднем на 50 кг, тем самым увеличив производительность пресс-подборщика на 8-15%.

4. Исследование устройства для внесения гуматов позволило установить, что с увеличением давления и количества форсунок увеличивается расход гуматов. График неравномерности расхода гуматов по форсункам имеет явно выраженный оптимум при давлении 0.45 МПа и количестве форсунок 6 штук, что соответствует неравномерности распределения гуматов 4,5%.

5. Результаты микробиологического исследования показали резкое снижение общего количества колоний микроорганизмов в образцах сена, обработанных препаратом «Кормогуат АС» с нормой расхода 3л/100 кг, а также полное отсутствие в них колоний плесневых грибов. Таким образом, обработка сена препаратом «Кормогуат АС» в процессе прессования позволяет предотвратить развитие патогенной микрофлоры и повысить сохранность прессованного сена.

6. Результаты исследований прессованного сена, обработанного препаратом «Кормогумат АС» с использованием установки для внесения гуматов в растительную массу в процессе прессования показали, что происходит значительное снижение показателей качества у контрольных образцов. Так, например, в процессе хранения количество перевариваемого протеина снижается примерно на 15%, а количество сырого протеина снижается примерно на 17%, и по данному показателю контрольные образцы сена относятся ко 2 классу.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ПРОЦЕССА И ПРЕСС-ПОДБОРЩИКА ДЛЯ ЗАГОТОВКИ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ С ОБРАБОТКОЙ ГУМАТАМИ

Для заготовки прессованного сена наибольшее распространение получила технология заготовки в рулонах. Это обусловлено высокой производительностью рулонных прессов, относительно низкими энергозатратами и низкой потерей питательных веществ при хранении. Для повышения сохранности сена в рулонах при хранении применяют консервирующие препараты, наиболее широко применяется препарат «Пропионикс Плюс» и его аналоги. Действие этого препарата основано на подавлении условно патогенной микрофлоры внутри рулона сена. Основой данного класса препаратов является пропионовая кислота, которая в определённых концентрациях опасна для организма животных. Нами предложен способ консервации сена в рулонах на основе гуматов. По мимо консервирующего действия гуматы применяются в качестве кормовой добавки в рационе животных. Сравним экономическую эффективность от внедрения предлагаемого технологического процесса.

Сравнение будем производить с эффективностью применяемых технологических процессов заготовки прессованного сена в рулонах без применения консервантов (классической технологией) и технологическими процессами с применением консервантов, в которых применяется наиболее распространённый пресс-подборщик с камерой постоянного объёма ППР – 1,6, аппликатор для внесения консервирующих препаратов НВУ - 6 и препарата для консервации сена «Пропионикс Плюс». В предлагаемом технологическом процессе применяется пресс-подборщик с разравнивающим устройством для повышения равномерности плотности прессования по ширине рулона, установка для внесения гуматов в растительную массу и препарат для консервации «Кормогумат АС».

Капитальные вложения на создание устройств для предлагаемого технологического процесса складываются из стоимости материалов, изготовления и монтажа деталей. Стоимость отдельных элементов установки определяем по прайс-листам, результаты сведены в таблицу 5.1.

Сезонный объём работы пресс-подборщика:

$$Q_2 = W_{\text{ч}} \cdot t_{\text{см}} \cdot n_{\text{см}} \cdot D_{\text{раб}}, \quad (5.1)$$

где $W_{\text{ч}}$ – часовая производительность, т/ч;

$t_{\text{см}}$ – число часов работы в смену;

$n_{\text{см}}$ – количество смен;

$D_{\text{раб}}$ – число рабочих дней.

Таблица 5.1 – Дополнительные капитальные вложения

Наименование деталей (работ)	Количество, шт	Стоимость, руб	
		единицы	Всего
<u>Наименование покупных деталей:</u>			
Насос постоянного давления (12 В)	1	568,7	568,7
Шаровой кран с электроприводом	1	1499,1	1499,1
Форсунки	6	16,95	101,7
Соединительные шланги, м	10	25	250
Бочка объёмом 110 л	1	1289	1289
Провод ПВС 2*2,5, м	20	34,91	698,2
Гидромотор МГП 80	1	6000	6000
Ремень		500	500
<u>Наименование работ:</u>			
Изготовление диска разравнивающего устройства	2	350	700
Сборка и монтаж разравнивающего устройства	1	1000	1000
Изготовление блока управления устройства для внесения консервирующих препаратов	1	600	600
Сборка и монтаж устройства для внесения консервирующих препаратов	1	1000	1000
<u>Всего:</u>			14206,7

Заготовку прессованного сена необходимо производить в оптимальные сроки, в период ранней фазы вегетации трав, когда в них содержится

наибольшее количество питательных веществ, и заканчивать в течение 8-10 дней.

$$Q_{21,2} = 9 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 8 = 1152 \text{ т}$$

Сезонный объём работы для пресс-подборщика с разравнивающим устройством будет больше, так как предлагаемого технологического процесса увеличится на 8% и составит 9,72 тонны в час.

$$Q_{23} = 9,72 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 8 = 1244,16 \text{ т}$$

Эксплуатационные затраты рассчитываем по формуле:

$$\sum C_y = C_z + C_{ам} + C_{ТО} + C_{гсм} + C_{кп}, \quad (5.2)$$

где C_z – удельные затраты на оплату труда, руб/т прессованного сена;

$C_{ам}$ – удельные затраты на амортизацию, руб/т;

$C_{ТО}$ – удельные затраты на техническое обслуживание и ремонт, руб/т;

$C_{кп}$ – удельные затраты на приобретение консервирующего препарата, руб/т.

$C_{гсм}$ – удельные затраты на приобретение горюче-смазочных материалов, руб/т

Произведём расчёт эксплуатационных затрат при заготовке прессованного сена по существующему технологическому процессу с использованием консервирующего препарата «Пропионикс Плюс» и предлагаемому технологическому процессу с применением препарата «Комогумат АС». Исходные данные для расчёта эксплуатационных затрат приведены в таблице 5.2.

Удельные затраты на зарплату механизатора определяем по формуле:

$$C_z = \frac{m_{ч} \cdot k_{нач}}{W_{ч}}, \quad (5.3)$$

где $m_{ч}$ - часовая тарифная ставка, руб/ч;

$k_{нач}$ – начисления на оплату, 1,48

Часовая тарифная ставка определяется как отношение средней заработной платы по региону к числу рабочих дней в отчётном месяце и 8 рабочим часам в сутках.

$$m_{\text{ч}} = \frac{Z_{\text{ср}}}{8 \cdot D_{\text{раб}}}, \quad (5.4)$$

где $Z_{\text{ср}}$ – средняя заработная плата по хозяйству, 25600 руб.;

$D_{\text{раб}}$ – число рабочих дней в месяце, для расчётов принять 22 дня.

Таблица 5.2 – Исходные данные для расчёта эксплуатационных затрат

Показатели	Технологический процесс без использования консервантов (классическая)	Существующий технологический процесс с препаратом «Пропионикс Плюс»	Предлагаемый технологический процесс
	(1)	(2)	(3)
Капитальные вложения, руб.	400000	428000	414206,7
Затраты на покупку консервирующих препаратов, руб/л	-	165	53
Средняя часовая производительность, т/ч	9	9	9,72
Сезонный объём работы, т	1152	1152	1244,16
Часовая тарифная ставка, руб		82,95	82,95
Норма амортизационных отчислений, %	16,7	16,7	16,7
Норма отчислений на техническое обслуживание	5,8	5,8	5,8

Тогда, удельные затраты на зарплату с применением существующих технологических процессов (1) и (2) составят:

$$C_{\text{з1,2}} = \frac{82,95 \cdot 1,48}{9} = 13,64 \text{ руб/т}$$

Удельные затраты на заработную плату для предлагаемой технологического процесса (3) составят:

$$C_{зз} = \frac{82,95 \cdot 1,48}{9,72} = 12,63 \text{ руб/т}$$

Удельные затраты на амортизацию определяем по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц \cdot a_{ам}}{100Q_2}, \quad (5.5)$$

где $Ц$ – стоимость установки, руб.

$a_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, 16,7 % [46].

Удельные затраты на амортизацию составят:

$$C_{ам1} = \frac{400000 \cdot 16,7}{100 \cdot 1152} = 57,99$$

$$C_{ам2} = \frac{428000 \cdot 16,7}{100 \cdot 1152} = 62,05 \text{ руб/т}$$

$$C_{ам3} = \frac{414206,7 \cdot 16,7}{100 \cdot 1244,16} = 55,60$$

Удельные затраты на техническое обслуживание определяем по формуле:

$$C_{ТО} = \frac{Ц \cdot r_{ТО}}{100 \cdot Q_2} \quad (5.6)$$

где $r_{ТО}$ – норма отчислений на техническое обслуживание, 5,8%

Удельные затраты на техническое обслуживание составят:

$$C_{ТО1} = \frac{400000 \cdot 5,8}{100 \cdot 1152} = 20,14 \text{ руб/т}$$

$$C_{ТО2} = \frac{428000 \cdot 5,8}{100 \cdot 1152} = 21,55 \text{ руб/т}$$

$$C_{ТО3} = \frac{414206,7 \cdot 5,8}{100 \cdot 1244,16} = 19,31 \text{ руб/т}$$

Удельные затраты на приобретение горюче-смазочных материалов определяем по формуле:

$$C_{гсм} = \frac{Ц_{гсм} \cdot Q_{гсм}}{W_{ч}}$$

(5.7)

где $Ц_{гсм}$ – цена за 1 л горюче-смазочных материалов, руб/л;

$Q_{гсм}$ – часовой расход ГСМ, л/ч;

$$C_{гсм1,2} = \frac{33,90 \cdot 11,8}{9} = 44,45 \text{ руб/т}$$

$$C_{гсм3} = \frac{33,90 \cdot 11,8}{9,72} = 41,15 \text{ руб/т}$$

Удельные затраты на приобретение консервирующего препарата будут определяться по формуле:

$$C_{кп} = Ц_{кп} \cdot Q_{кп} \quad (5.8)$$

где $Ц_{кп}$ – цена за 1 л консервирующего препарата, руб/л;

$Q_{кп}$ – расход консервирующего препарата, л/т

$$C_{кп2} = 155 \cdot 7 = 1085 \text{ руб/т}$$

$$C_{кп3} = 46 \cdot 16 = 736 \text{ руб/т}$$

Суммарные удельные эксплуатационные затраты по существующему технологическому процессу (1) составят:

$$C_{y1} = 13,64 + 57,99 + 20,14 + 44,45 = 136,22 \text{ руб/т}$$

Соответственно общие эксплуатационные затраты будут:

$$\sum C_{y1} = C_{y1} \cdot Q_2 = 136,22 \cdot 250 = 34055 \text{ руб/т}$$

Суммарные удельные эксплуатационные затраты по существующему технологическому процессу (2) составят:

$$C_{y2} = 13,64 + 62,05 + 21,55 + 44,45 + 1085 = 1226,69 \text{ руб/т}$$

Соответственно общие эксплуатационные затраты будут:

$$\sum C_{y2} = C_{y2} \cdot Q_2 = 1226,69 \cdot 250 = 306672,5 \text{ руб}$$

Суммарные удельные эксплуатационные затраты по предлагаемому технологическому процессу (3) составят:

$$C_{y3} = 12,63 + 55,60 + 19,31 + 41,15 + 867 = 864,69 \text{ руб/т}$$

Соответственно общие эксплуатационные затраты будут:

$$\sum C_{y3} = C_{y3} \cdot Q_2 = 864,69 \cdot 250 = 216172,5 \text{ руб}$$

Расчёт эксплуатационных затрат показывает, что при использовании технологических процессов применение химических консервантов затраты на заготовку сена значительно возрастают, однако применение предлагаемого технологического процесса (3) примерно в 1,5 раза дешевле по сравнению с существующим технологическим процессом на основе пропионовой кислоты (2). При этом следует отметить тот факт, что при применении технологического процесса без использования химических консервантов увеличиваются потери сена в процессе хранения в среднем на 15%. Потери обусловлены снижением питательной ценности и порчей сена в результате поражения плесневыми грибами. Следует отметить кормление таким сеном вызывает микозы у животных и существенно снижает продуктивность. При стоимости сена от 6500 до 8000 рублей за тонну, экономический ущерб в результате увеличения потерь при объёме заготовки 250 тонн будет определяться по формуле:

$$П = Ц_{сена} \cdot \Delta Q_2 \quad (5.9)$$

где $П$ – экономический ущерб, руб;

$Ц_{сена}$ – цена 1 тонны прессованного сена, руб/т;

ΔQ_2 – потери сена при хранении, т.

Таким образом экономический ущерб от потерь необработанного прессованного сена при хранении будет составлять от 243750 руб до 300000 руб.

Определение дисконтированного дохода от внедрения нового технологического процесса:

Определение дисконтированного дохода будет определяться от применения предлагаемого технологического процесса заготовки стебельчатых кормов (3) по сравнению с классическим технологическим процессом без применения консервирующих препаратов (1). Технологические, технические и организационные решения, принимаемые в проекте с экономической точки зрения, характеризуют показатели экономической эффективности. Зависимость от времени денежных поступлений для всего расчётного периода является денежным потоком, который характеризует эффективность проекта [72, 73, 84, 106].

Расчетным периодом при приведении экономических обоснований является интервал от начала до окончания действия проекта. Расчётный период распределяют на промежутки, применяемые для оценки финансовых показателей. На каждом промежутке величина денежного потока характеризуется: притоком и оттоком денежных поступлений [106].

При помощи дисконтирования осуществляется оценка значений денежного потока к ценности в начальный период, благодаря этому в финансовых вычислениях учитывается фактор времени, который связан с уровнем банковских ставок, инфляционными процессами и т.д. Для приведения разновременных затрат, эффектов и результатов применяется норма дисконта (E), равная норме дохода на капитал и выраженная в процентах [84].

Технически приведение денежного потока к базисному (начальному) моменту времени осуществляется путём умножения его на коэффициент дисконтирования α_m определяемого для постоянной нормы дисконта E [84]:

$$\alpha_m = \frac{1}{(1 + E)^m} \quad (5.10)$$

где m – номер шага расчёта ($m=1,2,\dots,n$).

Для оценки экономической эффективности в мире в настоящее время применяются следующие показатели: чистый дисконтированный доход, внутренние нормы доходности, срок окупаемости капиталовложений и индекс доходности.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) характеризует превышение суммарных поступлений над суммарными затратами для данного проекта с учётом неравномерности эффектов (затрат, результатов), относящихся к различным моментам времени. При проведении сравнительной оценки предпочтение следует отдать проекту с большим значением ЧДД. В проекте величину ЧДД рекомендуется определять по следующей формуле [84]:

$$\text{ЧДД} = \sum_{m=0}^n \frac{П_m}{(1+E)^m} - \sum_{m=0}^n \frac{K_m}{(1+E)^m} \quad (5.11)$$

где $П_m$ – прибыль или доход (разница между притоком и оттоком денежных средств), получаемые на m – том шаге;

K_m – капитальные вложения на m – том шаге.

Доход от внедрения усовершенствованного процесса и пресс-подборщика для заготовки прессованного, достигается за счёт повышения производительности пресс-подборщика и снижения потерь прессованного сена в процессе хранения.

Результаты расчёта ЧДД при различных уровнях банковской ставки и инфляции сведены в таблицы 5.3 – 5.6.

Таблица 5.3 Расчёт чистого дисконтированного дохода ЧДД при норме доходности $E=0,08$ и уровне инфляции $\delta=0,1$

Показатели	Годы					
	0	1	2	3	4	5
Капиталовложения, тыс. руб.	-14,21					
Доход от экономии средств в связи с снижением потерь, тыс.руб.		65,07	65,07	65,07	65,07	65,07
Денежные потоки	-14,21	65,07	65,07	65,07	65,07	65,07
Коэффициент дисконтирования, α_t		1,02	1,041	1,062	1,084	1,106
Дисконтированный годовой доход, тыс. руб.	-14,21	66,37	67,74	69,1	70,54	71,97
ЧДД, тыс. руб.						331,51

Таблица 5.5 Расчёт чистого дисконтированного дохода ЧДД при норме доходности $E=0,1$ и уровне инфляции $\delta=0,1$

Показатели	Годы					
	0	1	2	3	4	5
Капиталовложения, тыс. руб.	-14,21					
Доход от экономии средств в связи с снижением потерь, тыс.руб.		65,07	65,07	65,07	65,07	65,07
Денежные потоки	-14,21	65,07	65,07	65,07	65,07	65,07
Коэффициент дисконтирования, α_t		1	1	1	1	1
Дисконтированный годовой доход, тыс. руб.	-14,21	65,07	65,07	65,07	65,07	65,07
ЧДД, тыс. руб.						311,14

Таблица 5.4 Расчёт чистого дисконтированного дохода ЧДД при норме доходности $E=0,12$ и уровне инфляции $\delta=0,1$

Показатели	Годы					
	0	1	2	3	4	5
Капиталовложения, тыс. руб.	-14,21					
Доход от экономии средств в связи с снижением потерь, тыс.руб.		65,07	65,07	65,07	65,07	65,07
Денежные потоки	-14,21	65,07	65,07	65,07	65,07	65,07
Коэффициент дисконтирования, α_t		0,980	0,961	0,942	0,924	0,906
Дисконтированный годовой доход, тыс. руб.	-14,21	63,77	62,53	61,3	60,12	58,95
ЧДД, тыс. руб.						292,46

Из таблиц видно, что чистый дисконтированный доход определялся для различных уровней инфляции и банковской ставки, и колеблется от 292,46 тыс. руб. до 331,14 тыс. руб.

Заключение по разделу

1. В результате проведённого экономического анализа трёх технологических процессов: без применения консервантов (классический технологический процесс); с применением в качестве консерванта пропионовой кислоты и с применением в качестве консерванта гуматов было установлено, что технологический процесс с применением пропионовой кислоты имеет затраты в 9 раза выше в сравнении с традиционным технологическим процессом и в 1,5 раза выше в сравнении с предлагаемым технологическим процессом. Технологический процесс заготовки прессованного сена с применением пропионовой кислоты следует применять только при неблагоприятных условиях заготовки сена при влажности 30-

35%. Поэтому было проведено сравнение традиционного технологического процесса и усовершенствованного процесса и пресс-подборщика для заготовки прессованного сена с обработкой гуматами.

2. Расчёт экономической эффективности усовершенствованного процесса и пресс-подборщика для заготовки прессованного сена с обработкой гуматами показал, что основной доход будет получен за счёт снижения потерь сена при хранении. Чистый дисконтированный доход определялся для различных уровней инфляции и банковской ставки, в частности при уровне инфляции 0,1 и уровне доходности 0,12 ЧДД за 5 лет будет равен 292,46 тыс. руб при заготовке 250 тонн сена в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основании анализа научно-производственного опыта и по результатам исследований распределения плотности сена внутри рулона в процессе заготовки стебельчатых кормов установлено, что в радиальном направлении плотность сена возрастает от центра рулона к его периферии по экспоненциальной зависимости; по ширине рулона плотность растительной массы снижается от центра к краям со $180-200 \text{ кг/м}^3$ до 40 кг/м^3 , что приводит к затеканию влаги и образованию очагов поражения сена внутри рулона. Установлено, что для повышения сохранности прессованного сена усовершенствованный технологический процесс заготовки стебельчатых кормов должен включать технологический приём разравнивания валка сена при прессовании и операцию внесения консервантов - гуматов, которые не только обладают дезинфицирующими свойствами, но и являются экологически безопасной кормовой добавкой.

2. Теоретически и экспериментально обоснована конструктивно-технологическая схема пресс-подборщика с разравнивающим устройством и установкой для внесения гуматов. Разравнивающее устройство выполнено в виде двух дисков с пружинными пальцами, имеющих привод и вращающихся по ходу движения валка в противоположные стороны. Теоретически и экспериментально установлены рациональные параметры и режимы работы разравнивающего устройства пресс-подборщика: расстояние между пальцами $0,15 \text{ м}$, степень уплотнения при разравнивании $20...25\%$, угловая скорость дисков 25 рад/с , диаметр дисков $0,74 \text{ м}$. Установка для внесения гуматов содержит ёмкость, насос постоянного давления, предохранительный клапан, регулировочный шаровой кран с электроприводом и распределительное устройство, выполненное в виде штанги с форсунками, причем расход гуматов регулируется краном с электроприводом в зависимости от плотности прессования и времени формирования рулона. Теоретически и экспериментально установлены рациональные параметры и режимы работы установки для внесения гуматов:

количество форсунок 6 штук при давлении 0,45 МПа, средняя норма расхода гуматов 3 л/100 кг сена (для препарата «Кормогуат АС»).

3. В результате производственных испытаний установлено, что применение усовершенствованного процесса и пресс-подборщика для заготовки стебельчатых кормов с обработкой гуматами повышает сохранность прессованного сена в рулонах на 15%–17%. Выявлено, что применение разравнивающего устройства обеспечивает повышение равномерности плотности прессованного сена внутри рулона (плотность на периферии рулона выросла с 40 до 84 кг/м³ при неизменных значениях плотности в сердцевине рулона 180-200 кг/м³), снижая вредное воздействие от проникновения влаги и воздуха, и кроме того повышает производительность пресс-подборщика на 8-15 %. Обработка сена гуматами (препарат «Кормогуат АС») в процессе прессования позволяет предотвратить развитие патогенной микрофлоры (в то время как у контрольных образцов обнаружены колонии плесневых грибов) и обеспечить показатели сохранности сена на уровне 1 класса (у контрольных образцов – 2 класс).

4. Установлено, что технико-экономическая эффективность усовершенствованного процесса и пресс-подборщика для заготовки стебельчатых кормов с обработкой гуматами составляет 292,46 тыс. руб. за 5 лет при заготовке 250 тонн сена в год. Предложенные технико-технологические решения внедрены в производственный процесс ЗАО «СХП Семёновское» Ступинского района Московской области.

Предложения производству

1. Для повышения сохранности прессованного сена и снижения расхода гуматов, их рекомендуется вносить в процессе прессования в зависимости от изменения плотности слоёв в рулоне. 2. Для повышения сохранности прессованного сена рекомендуется использовать усовершенствованный пресс-подборщик с разравнивающим устройством, улучшающим равномерность распределения плотности сена внутри рулонов, что

способствует снижению воздействия внешних факторов – проникновению влаги и атмосферного воздуха внутрь рулона.

Перспективы дальнейшей разработки темы:

В дальнейшей перспективе научных исследований необходимо продолжить работу в направлении разработки средств для повышения равномерности распределения плотности сена внутри рулонов и использования гуматов в качестве консервирующей добавки для стебельчатых кормов с оценкой влияния на продуктивность животных.

Литература

1. Активное вентилирование сена [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://neznaniya.net/zooinzheneriya/kormoproizvodstvo/283-aktivnoe-ventilirovanie-sena.html>
2. Алексеев, С.И. Основания и фундаменты: учебное пособие для студентов вузов / С.И. Алексеев. – СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2007. – 111с.
3. Алтунин, Д.А. Справочник по сенокосам и пастбищам / Д.А. Алтунин, В.М.Буц[и др.]. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 335 с.
4. Алферов, С.А. Закономерности при сжатии соломы / С.А. Алферов // Сельхозмашины. – 1957. – №3. – С 23–25.
5. Алферов, С.А. Сопротивление каналов и направляющих для тюков у сенопрессов / С.А. Алферов // Сельхозмашины. – 1957. – №4. – С. 15–19.
6. Андреев, Н.Г. Кормопроизводство с основами ботаники / Н.Г. Андреев. – М.: Сельхозгиз, 1954. – 416 с.
7. Андреев, Н.Г. Луговое хозяйство и полевое кормопроизводство / Н.Г. Андреев. – М., 1975. – 235 с.
8. Бойкачев, М.А. Технологические аспекты использования жидкостей в сельском хозяйстве и схемы их внесения / М.А. Бойкачев // Агробіологія Збірник наукових праць. –2013. – Випуск 10 (100). – С. 183–189.
9. Бышов, Н.В. Исследование влияния гуматов на микробиологическую среду рулонов прессованного сена / Н.В. Бышов, М.Ю. Костенко, В.С. Тетерин, Г.К. Рембалович, О.А. Тетерина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – №4. – С. 52–55.
10. Бышов, Н.В. Исследование распределения плотности прессованного сена внутри рулона / Н.В. Бышов, В.С. Тетерин, И.А. Успенский, М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович // Вестник Рязанского государственного

агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – №4. – С. 48–52.

11. Варданын, Г.С. Сопротивление материалов с основами упругости и пластичности: учебник / Г.С. Варданын, В.И. Андреев, Н.М. Атаров, А.А. Горшков; Под ред. Г.С. Варданына и Н.М. Атарова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 638 с.

12. Виноградов, В.И. Безобвязочное прессование / В.И. Виноградов // Сельскохозяйственное производство Урала. – 1966. – Вып. №7. – С. 40–41.

13. Виноградов, В.И. Прессование сена и соломы в тюки без применения обвязочного материала / В.И. Виноградов // Повышение рабочих скоростей сельскохозяйственных машин и тракторов: сб. докладов. – М.: Машгиз. – 1963. – С. 97–98.

14. Виноградов, В.И. Исследование процесса прессования соломы и половы. / В.И. Виноградов, Г.Н. Дмитриев // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1966. – Вып. №7. – С. 313–322.

15. Виноградов, В.И. О сохранности грубых кормов безобвязочного прессования / В.И. Виноградов, В.Т. Коротаев // Животноводство. – 1965. – № 11. – С. 12–14.

16. Вощанов, Н.А. Обоснование формы и конструктивных параметров распределителя теплоносителя для сушки сена в рулонах: автореферат дисс. на соиск. ученой степени канд. наук / Н.А. Вощанов. – Челябинск, 2000. – 24 с.

17. Гайбарян М.А. Сравнительная оценка различных технологий производства гуминовых удобрений / М.А. Гайбарян, Э.И. Смышляев, К.Н. Сорокин // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: сборник научных докладов Международной научно-технической конференции – Москва. – 2014. – С. 197–201.

18. Горячкин, В.П. Теория сеного пресса. Собрание сочинений в 7-и тт. Том 4. – М., 1940. – 384 с.

19. ГОСТ 13496.17-95 Корма. Методы определения каротина – М.: Стандартинформ, 2011.
20. ГОСТ 13496.2-91 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой клетчатки – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
21. ГОСТ 13496.4-93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина– М.: Стандартинформ, 2011.
22. ГОСТ 20915-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний – М.: Стандартинформ, 2013.
23. ГОСТ 27262-87 Корма растительного происхождения. Метод отбора проб / Госкомстандарт СССР. М., 1988.
24. ГОСТ 27548-97 Корма растительные. Методы определения содержания влаги – М.: Стандартинформ, 2011.
25. ГОСТ 4808-87 Сено. Технические условия / Госкомстандарт СССР. М., 1988.
26. ГОСТ Р 52778-2007 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технической оценки – М.: Стандартинформ, 2008.
27. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы. – М., 2012. – 204 с.
28. Гранова, Л.А. Технология заготовки сена, сенажа и травяной муки в условиях северных районов Сибири. ВАСХНИЛ Сибирское отделение / Л.А. Гранова // Прогрессивные технологии заготовки кормов в Сибири и на Дальнем Востоке: сборник научных трудов. – 1984. – 133 с.
29. Грекова, А.А Влияние препарата «КормогуматАС» на микроэлементный состав крови свиней при микотоксикозах / А.А Грекова, А. Н. Мальцев, С.С. Абакин, А.И. Косолапова // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сборник научных трудов. – Рязань: ВНИМС, 2012. – С. 149–154

30. Грекова, А.А. Использование гуминовых кислот для профилактики микотоксикозов телят / А.А. Грекова, А. Н. Мальцев, С.С. Абакин // Сборник научных трудов по материалам Международного координационного конгресса ученых-овцеводов. – Ставрополь: Ставроп. науч.-исслед. ин-т животноводства и кормопроизводства, 2012. – Вып. 5. – С. 66–58
31. Грекова, А.А. Использование гуминовых кислот для снижения повреждения внутренних органов молодняка овец микотоксинами / А.А. Грекова, А. Н. Мальцев, С.С. Абакин // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2012. – № 2. – С. 67–70.
32. Грекова, А.А. Использование препарата «Кормогумат АС» для регуляции минерального обмена при микотоксикозах свиней / А.А. Грекова, А.Н. Мальцев, С.С. Абакин, А.И. Косолапова, Э.И. Смышляев // Ветеринария. – 2009. – №5 (38). – С. 25–28.
33. Грекова, А.А. Терапевтические эффекты гуминовых кислот при лечении микотоксикоза молодняка овец / А.А. Грекова, С.С. Абакин // Сборник научных трудов по материалам Международного координационного конгресса ученых-овцеводов. – Ставрополь: Ставроп. науч.-исслед. ин-т животноводства и кормопроизводства, 2011. – Вып. 4. – С. 133-136
34. Грекова, А.А. Кормогумат АС для повышения продуктивности свиней при микотоксикозе / А.А. Грекова, А.Н. Мальцев, С.С. Абакин, А.Н. Косолапова, Э.И. Смышляев // Ветеринария. – 2009. – №2 (33). – С. 47–49.
35. Гутьяр, Е.М. Опыт теории сенопрессования / Е.М.Гутьяр // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. – М.: Сельхозгиз, 1936. – С. 499–506.
36. Долгов, И.А. Некоторые вопросы теории прессования сена и соломы с применением пуансонов / И.А. Долгов // Сборник научных трудов ВИСХОМ. – 1962. – Вып. 39. – С. 42–45.
37. Долгов, И.А. Машины и орудия для механизации сеноуборочных работ / И.А. Долгов, Н.М. Зальцерман. – М.: Машгиз, 1963. – 344 с.

38. Досушивание сена методом активного вентилирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.landwirt.ru/2009-12-12-16-06-35/190-2009-03-08-08-05-16>
39. Дринча, В.М. Альтернативные способы уменьшения потерь сена / В.М. Дринча // Кормопроизводство. – 2012. – №7. – С. 44–48.
40. Дринча, В.М. Аппликатор обработки сена консервантами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.drincha.ru/appl/seno.html>
41. Дринча, В.М. Прессование сена с внесением консервантов / В.М. Дринча // Кормопроизводство. – 2014. – № 9. – С. 45–48
42. Дринча, В.М. Способы и аппликаторы внесения консервантов при заготовке кормов / В.М. Дринча // Кормопроизводство. – 2012. – № 2. – С. 45–48.
43. Дутов, В.Д. Исследование технологического процесса беспроводного прессования: дисс. на соиск. ученой степени канд. наук / В.Д. Дутов. – Омск: Омский СХИ, 1960.
44. Дутов, В.Д. Прочностная характеристика тюков сена и соломы, полученных без обвязки и энергоёмкость технологического процесса / В.Д. Дутов // Труды Новосибирского СХИ. – 1960. – С. 43–46.
45. Дутов, В.Д. Исследования процесса прессования сена и соломы без обвязки тюков / В.Д. Дутов // Труды Новосибирского СХИ. – 1958. – С. 32–35.
46. Единые нормы амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов народного хозяйства СССР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zakonprost.ru/>
47. Жамьянов, Ч.Д. Экспериментальное исследование рабочих органов пресса для безобвязочного прессования соломы: Автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд. техн. Наук / Ч.Д. Жамьянов. – Челябинск, 1964. – 21 с.
48. Иванов, Д.В. Современные технологии и технические средства приготовления сенажа: учебное пособие / Д.В. Иванов. – Ставрополь. – 2014. – 60 с.

49. Иванов, Д.В. Способы обработки силосуемых кормов биоконсервантами и устройство для его осуществления / Д.В. Иванов, А.М. Агузаров // Young Science. – 2014. – №2. – С. 36–39
50. Иванов, Д.В. Устройство для внесения биоконсервантов в силосованные корма при кормопроизводстве в крестьянских фермерских хозяйствах / Д.В. Иванов, Д.Х. Ахмедов / Научные труды SWorld. – 2012. – Т. 12. – №3. – С. 56-58.
51. Иванов, Ю.А. Современные механизированные технологии заготовки стебельчатых кормов / Ю.А. Иванов, В.К. Скоркин // Кормопроизводство. – 2013. – № 5. – С. 46–48.
52. Измайлов А.Ю. Новая технологическая линия для производства комплексных удобрений на основе гуминовых / А.Ю. Измайлов, М.А. Гайбарян, К.Н. Сорокин, О.В. Ушаков // Техника и оборудование для села. – 2015. – №3(213). – С. 17–19.
53. Измайлов А.Ю. Развитие конструкций перистальтических насосов в технологиях производства гуминовых удобрений / А.Ю. Измайлов, К.Н. Сорокин // Техника и оборудование для села. – 2015. – №4. – С.34–36.
54. Ифраимов, Д.Н. Заготовка сена с досушиванием активным вентилированием / Д.Н. Ифраимов Я.Л. Бронштейн. – Алма-Ата: Кайнар, 1978. – 95 с.
55. Канафойский, И.К. К вопросу об изучении явлений, происходящих во время молотбы бильными барабанами // Труды Института сельскохозяйственного машиноведения при Львовском политехникуме в Дублине. – Дублин, 1934.
56. Конобиевский, С.Т. Физические основы прочности металлов. / С.Т. Конобиевский // Вестник АН СССР. – 1956. – №3. – С. 26–28.
57. Консервирование кормов пропионовой кислотой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://neznaniya.net/2012/01/page/57/>

58. Коротаев, В.Т. Скоростное безобвязочное прессование грубых кормов: Автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд. наук / В.Т. Коротаев. - Челябинск, 1969. – 29 с.
59. Костенко, М.Ю. Исследование плотности прессованного сена / М.Ю. Костенко, Н.А. Костенко, В.С. Тетерин, О.А. Тетерина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – №5. – С. 26–27.
60. Костенко, М.Ю. Исследование сохранности прессованного сена при внесении гуматов в качестве консервирующей добавки / М.Ю. Костенко, Г.К. Рембалович, Н.А. Костенко, В.С. Тетерин, О.А. Тетерина // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2015. – С. 242–244.
61. Костенко М.Ю. Совершенствование технологического процесса пресс-подборщика с консервированием сена гуматами / М.Ю. Костенко, В.С. Тетерин// Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. – Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2015. – С.164 – 168.
62. Крагельский, И.З. Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений / И.З.Крагельский // Труды ВИСХОМ. – 1940. – С. 28–32.
63. Кузнецов, Н.Н. Устройство для внесения жидких консервантов в технологиях заготовки кормов в рулонах / Н.Н. Кузнецов, А.В. Терентьев, А.В. Зыков // Молочнохозяйственный вестник. – 2013. – №1 (9). – С. 23–28.
64. Кузьмин, Н.А. Кормопроизводство / Н.А. Кузьмин, Н.Н. Новиков, Е.М. Ивкина, В.Н. Кузьмин; Под ред. проф. Н.А. Кузьмина. – М.: КолосС, 2004. – 280 с.

65. Курнаков, Н.С. Давление истечения и твердость пластических тел / Н.С. Курнаков, С.Ф. Жемчужный // Журнал физико-химического общества. – 1963. – №45. – С. 24–26.
66. Ларетин, Н.А. Методологическое и методическое обоснование развития комплексной программы кормопроизводства в современных условиях / Н.А. Ларетин // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем: сборник научных трудов. – М.: Российская академия сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса, 2014. – Вып.2 (50). – С. 106–115.
67. Майковский, И.А. Теоретические основы прокатки вальцами сельскохозяйственных растений / И.А.Майковский // Материалы НТС ВИСХОМ. – М.: ОНТИ ВИСХОМ.– 1964. – Вып. 17. – С.129–140.
68. Майорова, Ж.С. Опыт применения гумата калия при откорме свиней / Ж.С. Майорова, Г.М. Туников, Д.А. Эйвазов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – №1(17). – С. 21–24.
69. Маковский, В.А. Продуктивность кроликов при обогащении кормовых рационов гуматом натрия / В.А.Маковский // Профилактика незаразных болезней и лечение больных сельскохозяйственных животных в комплексах и специализированных хозяйствах: сборник научных трудов. – Одесса, 1984. – С. 65–67.
70. Марченко О.С. Машинные технологии и комплексы машин для кормопроизводства в условиях малых семейных ферм / О.С. Марченко, В.В. Федюнин, А.Х. Текушев, Ю.Х. Уянаев, А.Л. Мнацаканян // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2015. – С. 326 – 332.

71. Марченко О.С. Инновационные направления развития агротехнологического и технического обеспечения кормопроизводства России, предусмотренные перспективной системой технологий и машин на период до 2020 года / О.С. Марченко // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики В.П.Горячкина. – 2013. – С.54–60.
72. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. – М.: Минсельхозпром России, 1998. – 220 с.
73. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования: Официальное издание. Утверждено: Госстрой России, Мин-во экономики РФ, Мин-во финансов РФ, Госкомпром России. № 7 - 12/47, 31 марта 1994. – М.: Информэлектро, 1994.
74. Микотоксикозы [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://enc-dic.com/enc_medicine/Mikotoksikoz-9628/
75. Морозов,О.А.. Совершенствование технологии заготовки грубых кормов / О.А. Морозов, В.И. Тимофеев, Н.Г. Коровин // Аграрная наука: сборник научных трудов. – Тюмень: ТюмГСХА, 2001. – 124–127 с.
76. Новиков Н.Н. Кормопроизводство – основа высокой продуктивности животноводства / Н.Н. Новиков // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы: материалы 65-й Международной научно-практической конференции. – Рязань, ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. – С. 123– 127.
77. Одинг, А.И., О предельном напряжении релаксации / А.И. Одинг, Т.И. Волкова // Релаксация и ползучесть металлов: сборник статей. – М.: Машшз, 1951. – С. 38–42.
78. Особов, В.И. Рулонное прессование / В.И.Особов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1988. – №6. – С. 41–43.

79. Особов, В.И. Машины оборудование для уплотнения сено-стебельчатых материалов / В.И. Особов [и др.] – М.: Машиностроение, 1974. – 231 с.
80. Особов, В.И. Машины для брикетирования растительных материалов / В.И.Особов. – М.: Машиностроение, 1971. – 112 с.
81. Особов, В.И.. Механическая технология кормов / В.И.Особов . – М.: Колос, 2009. – 447 с.
82. Особов, В.И. Сеноуборочные машины и комплексы / В.И. Особое, Г.К. Васильев. – М.: Машиностроение, 1983. – 304 с.
83. Особов, В.И. Машины и оборудование для уплотнения сено-стебельчатых материалов / В.И. Особов, Г.К. Костиков, А.В. Голяновский. – М.: Машиностроение, 1974. – 231 с.
84. Оськин, С.В. Экономическое обоснование организационно-технических мероприятий в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие / С.В. Оськин, В.Я. Хорольский, О.А.Гончарова, А.И. Вандтке. – Краснодар: Изд-во КГАУ, 2008. – 108 с.
85. Парахин, Н.В. Кормопроизводство: учебник для вузов / Н.В. Парахин, И.В. Кобозев, И.В. Горбачёв, Н.И. Лазарев, С.С. Михалёв. – М.: КолосС, 2006. – 432 с.
86. Пат. 101620 Российская Федерация, Иванов, Д.В. Устройство для обработки силосуемых кормов жидкими консервантами / Д.В. Иванов, О.Г. Агилеев, Д.Х. Ахмедов; патентообладатель: ФГОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет. – 2010125287/13; заявл. 18.06.2010; опубл. 27.01.2011, бюл. №20
87. Пат. 147211 Российская Федерация, МПК А23К3/00. Устройство для внесения консервирующих препаратов в растительную массу / Костенко М.Ю., Горячкина И.Н., Тетерин В.С., Мельников В.С.; патентообладатель: ФГБОУ ВПО РГАТУ. - №2014122615/13; заявл. 03.06.2014; опубл. 27.10.2014, бюл. №30.
88. Пат. 157147 Российская Федерация, МПК А01F15/07. Рулонный пресс-подборщик / М.Ю. Костенко, В.С. Тетерин, Н.А. Костенко, О.А. Тетерина;

патентообладатель: ФГБОУ ВПО РГАТУ. – 2015121102/13; заявл. 02.06.2015; опубл. 20.11.2015, бюл. №32

89. Пат. 2470508 Российская Федерация, МПК А01J11/00. Способы обработки силусуемых кормов биоконсервантами и устройство для его осуществления / О.Г. Агилеев, Д.В. Иванов, А.А. Орлов, А.М. Агузаров, Д.Х. Ахмедов; патентообладатель: ФГОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет. – №2011121325/10; заявл. 25.05.2011; опубл. 27.12.2012, бюл. №36.

90. Пат. №1160903 СССР, МПК А01F25/00. Львовский способ подготовки грубых кормов к хранению / Ивасечко М.В., Бурнаев М.Д., Журиба С.К., Тесаривская А.И. Снежик И.В., Верес В.И. (СССР). - №3601260; Заявлено: 07.04.1983; Оpub. 15.06.1985

91. Пат. №1261615 СССР А23К3/03. Инъектор для внесения консервантов / Кузьменко В.Ф., Поединок В.Е., Микая Б.Л., Логвин А.И. Николаенко Л.И., Кузьмицкий А.В. (СССР). - №3864861; Заявлено: 05.05.1985; Оpub. 07.10.1986

92. Пат. №1822664 СССР А01F25/08. Способ приготовления и хранения сена и устройство для его осуществления / Кобозев И.В., (СССР). - №1521435; Заявлено: 05.04.1991; Оpub. 23.06.1993

93. Пат. №2061387 РФ А23К3/03 Агрегат для внесения консервирующих препаратов в растительную массу / И.М. Курочкин, Ю.Е. Глазков, А.В. Милованов, - №93017878/15; Заявлено: 29.03.1993; Оpub.: 10.06.1996

94. Пат. №2490933 РФ А23К3/00 Устройство для внесения консервирующих препаратов в растительную массу / В.Д. Попов, В.А. Юнин, Я.С. Сенник, И.А. Гакоев, А.В. Зыков - №2012113017; Заявлено: 20.03.2012; Оpub.: 27.08.2013

95. Победнов, Ю.А. Итоги и перспективы развития научных основ консервирования кормов на ближайший период / Ю.А. Победнов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем: сборник научных трудов. – М.: Российская академия сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно

- исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса, 2015. – Вып. 5(53). – С.257 – 275.
96. Попов, И.С. Машины для уборки трав на сено / И.С.Попов – М.: Машгиз, 1958. – 286 с.
97. Пустыгин, М.А. Теория и технологический расчет молотильных устройств / М.А. Пустыгин – М.:Машгиз, 1963. – 232 с.
98. Раздорский, В.Ф. Архитектоника растений / В.Ф. Раздорский. – М.: Советская наука, 1955. – 431 с.
99. Резник Е.И. Экономичное мобильное энергетическое транспортное средство для заготовки высокобелковых кормов для фермерских хозяйств / Е.И. Резник, С.Г. Карташов, В.И. Еремченко // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2015. – С. 332 –336.
100. Рожевич, Р.Ю. Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений / Р.Ю. Рожевич, Н.В. Крагельский // Труды ВИСХОМ. – 1940. – С. 36–42.
101. Саргсян, А.Е. Строительная механика. Механика инженерных конструкций: учебник для вузов / А.Е. Саргсян. – М.:Высш. шк., 2004. – 462 с.
102. Сахаров, И.В. Экспериментальное обоснование выбора уравнений для расчета сенопрессовальной камеры // Труды КазСХИ. – Т. I. – Алма-ата, 1948.
103. Свентицкий И.И. Энергетический анализ кормопроизводства и кормления – основа энергосбережения / И.И. Свентицкий, А.П. Гришин // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: сборник трудов Международной научно-технической конференции. – 2014. – Т.1. – С. 98–100.

104. Скоркин, А.В. Эффективность технологий заготовки стебельчатых кормов повышенной влажности / А.В. Скоркин / Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2013. – №1(9). – С. 16-19.
105. Соловьев, В.М. Исследование процесса прессования при комбайновой уборке навесным прессом с качающимся поршнем: автореферат дисс. на соискание уч. степени канд. наук / В.М. Соловьев. – М., 1954. – 24 с.
106. Старик, Д.Э. Как рассчитать эффективность инвестиций / Д.Э. Старик. – М.: Финстатинформ, 1996. – 92 с.
107. Татаров, Н.Т. Уборочные машины: практикум / Н.Т. Татаров. – Улан-Удэ: Издательство БГСХА, 2006. – 196 с.
108. Тетерин, В.С. Анализ технологий консервации прессованного сена / В.С. Тетерин // Научные приоритеты в АПК: инновационные достижения, проблемы, перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. – С. 200–202.
109. Тетерин, В.С. Исследование гидравлической установки для внесения гуматов / В.С. Тетерин, В.С. Мельников, Н.Д. Саьдуллоев, В.М. Соколин // Вестник совета молодых ученых рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – №1. – С. 184-188.
110. Тетерин, В.С. Теоретические исследования движения соломистых частиц при разравнивании валка сена / В.С. Тетерин, Д.А. Волченков, М.Ю. Костенко и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №08(112). С. 1103 – 1113. – IDA [article ID]: 1121508079. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/79.pdf>, 0,688 у.п.л.
111. Тетерин, В.С. Технология консервации прессованного сена с применением гуминовых кислот / В.С. Тетерин // Инновационные методы

решения научных и технологических задач Рязанской области: тезисы докладов второй региональной конференции молодых учёных. – Рязань: РГРТУ, 2014. – С. 109-112.

112. Тетерин, В.С. Технология консервации прессованного сена с применением гуминовых кислот и разработка технических средств для их внесения / В.С. Тетерин, М.Ю. Костенко // Национальное достояние России: сборник тезисов работ участников VIII Всероссийской конференции обучающихся. – НС Интеграция». Государственная Дума ФС РФ, Минобрнауки России, Мин-сельхоз России, РОСКОСМОС, РАЕН, РИА, РАО. – М., 2014. – С. 895 – 896.

113. Тетерин, В.С. Экологически чистая технология обеспечения сохранности сельскохозяйственной продукции / В.С. Тетерин // Инновационные методы решения научных и технологических задач Рязанской области: тезисы докладов 3-й региональной конференции молодых ученых. – Рязань: РГРТУ, 2015. – С. 114–116.

114. Тетерин, В.С. Анализ способов обеспечения сохранности прессованного сена / В.С.Тетерин, О.А.Тетерина, М.Ю.Костенко // Молодежь и аграрная наука XXI века: проблемы и перспективы: материалы VI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск: Изд-во Курской ГСХА, 2015. – С 92–98.

115. Технология заготовки сена в рулонах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://urozhayna-gryadka.narod.ru/korm_v_rylonah.htm

116. Торжков, Н.И. Исследование острой токсичности гуминовой кормовой добавки / Н.И. Торжков, Г.М. Туников, Ж.С. Майорова // Фундаментальные исследования. – 2015. – №2-14. – С. 3121–3125.

117. Тулинов, А.А. Определение усилий при прессовании сена / А.А. Тулинов // Казахстанский СХИ. – Т-1. – 1953. – Вып.1. – С. 36–42.

118. Тютюнников, А.И. Справочник по кормопроизводству/ А.И.Тютюнников, Н.И.Русинов [и др.]. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 352 с.

119. Ушаков, О.В. Гуматы и механизация их применения / О.В. Ушаков, Н.Н. Гапеева // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства. – 2015. – №7. – С. 74–80.
120. Федорчук, К.К. Механизация - важный резерв повышения производительности / К.К. Федорчук // Экономика сельского хозяйства. – 1963. – № 4. – С. 35–40.
121. Химическое консервирование – способ заготовки качественного сена при неблагоприятных условиях [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://izhagro.ru/Статьи/Химическое-консервирование-способ-заготовки-качественного-сена-при-неблагоприятных-погодных-условиях-часть-1.html>
122. Храпач, Е.И. Теоретические и экспериментальные исследования соломопресса для комбайна: автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд. техн. наук / Е.И. Храпач. – Харьков: Харьковский СХИ, 1956. – 14 с.
123. Шарова, Л.Г. Биологические аспекты использования гумата натрия в кормлении крупного рогатого скота и овец: дис. на соиск. ученой степени доктора биол. наук 06.02.02 / Л.Г. Шарова. - Кострома, 2003 – 276 с.
124. Druck gemacht. Marktübersicht Rund- und Quaderballenpressen //Agratechnik. – 2005. – №64. – С. 26 –31
125. Variable Rundballenpresse - Höchste Leistung in allen Futterarten [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.fendt.com/int/de/ballenpressen_variablerundballenpresse.asp
126. K.M.S. Islam Humic Acid Substances in Animal Agriculture / K.M.S. Islam, A. Schuhmacher, J.M. Gropp // Pakistan Journal of Nutrition. – 2005. - №4(3). – С. 126-134.
127. McBeth L.J. Impact of level of spontaneous heating during storage of bermudagrass hay on rumen in situ disappearance kinetics in steers / L.J. McBeth, K.P. Koffey, W.K. Coblenz, D.H. Hellwig, J.E. Turner, D.A. Scarbrough // Animal Feed Science and Technology. – 2003. – Т. 108. – №1–4. – С. 147–158.
128. Wolagri specialist in quality [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.malotractory.com/uploads/assets/R%20500-Z.pdf>

ПРИЛОЖЕНИЯ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 147211

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВИРУЮЩИХ
ПРЕПАРАТОВ В РАСТИТЕЛЬНУЮ МАССУ**

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2014122615

Приоритет полезной модели 03 июня 2014 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 29 сентября 2014 г.

Срок действия патента истекает 03 июня 2024 г.

*Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Л.Л. Кирий



*Автори: Костенко Михаил Юрьевич (RU), Горачкина Ирина
Николаевна (RU), Тетерин Владимир Сергеевич (RU),
Мельников Владимир Сергеевич (RU)*


 ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(31) (32) Заявка: 2014122615/13, 03.06.2014

(34) Дата вступления в силу срока действия патента: 03.06.2014

Приоритет(ы):

(32) Дата подачи заявки: 03.06.2014

(43) Опубликована: 27.10.2014 Заяв. № 39

Адрес для переписки:

390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1, ФГБОУ ВПО
РГАТУ, отдел по патентной и изобретательской
работе. Леккин В.Д.

(72) Автор(ы):

Костычев Михаил Юрьевич (RU),
Горюхина Ирина Николаевна (RU),
Тетерин Владимир Сергеевич (RU),
Мельников Владимир Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Рязанский
государственный и региональный
университет имени П.А. Костычева" (RU)

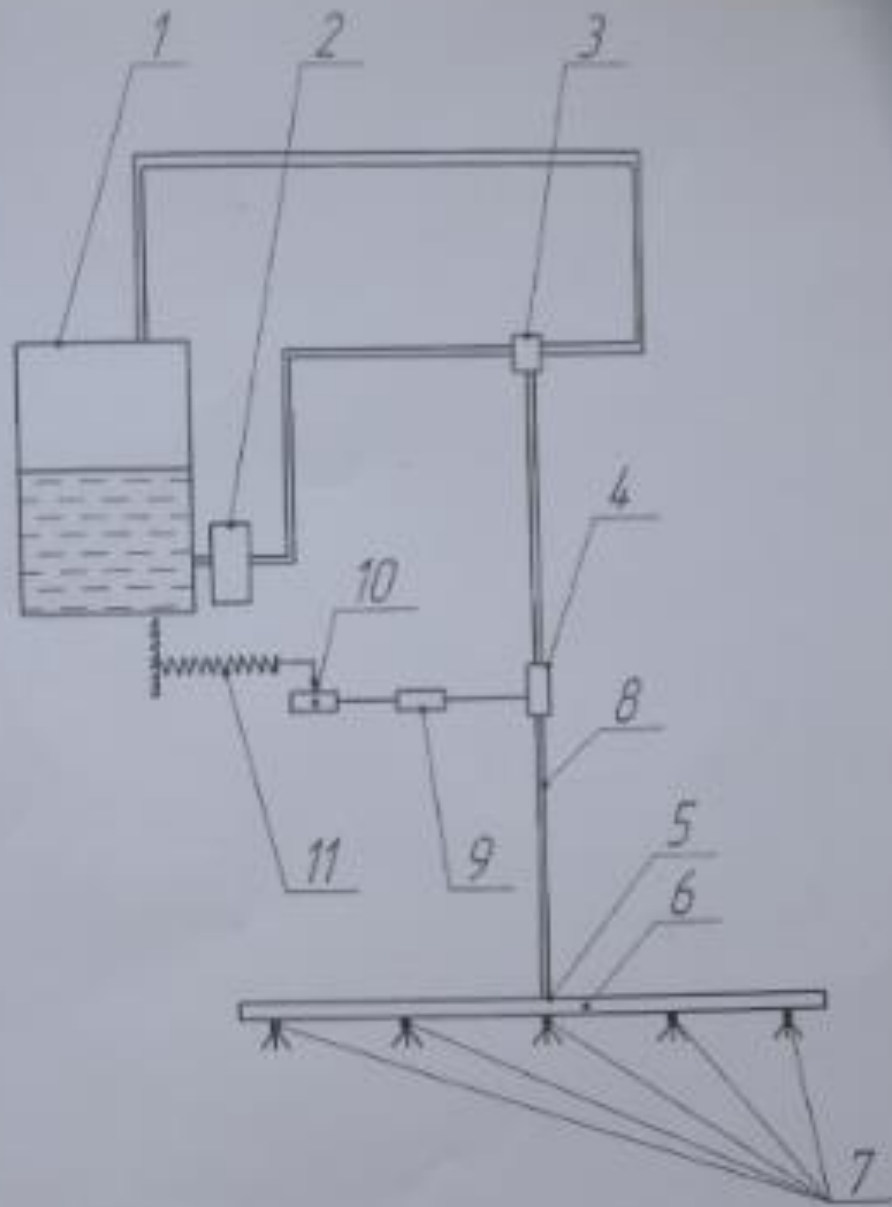
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ В РАСТИТЕЛЬНУЮ МАССУ

(57) Формула полезной модели

Устройство для внесения консервирующих препаратов в растительную массу, содержащее ёмкость для консерванта, насос положительного давления с системой трубопроводов для подачи консерванта, регулятор давления, дозирующее устройство, установленное в подводящем трубопроводе, отличающееся тем, что дозирующее устройство выполнено в виде шарового крана с электроприводом, электрически связанного с блоком управления, который электрически связан с датчиком влажности прессования, выполненным в виде потенциометра, установленным на корпусе и шарнирно закрепленным к концу пружины механизма прессования.

RU 147211 U1

RU 147211 U1



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2554770

**СПОСОБ ОБРАБОТКИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ
ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИМ РАСТВОРОМ С ПОМОЩЬЮ
ВОДЯНОГО ПАРА И УСТАНОВКА ДЛЯ ЕГО
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

Патентообладатель(ы): *Горючкина Ирина Николаевна (RU)*

Автор(ы): *Горючкина Ирина Николаевна (RU), Костенко
Михаил Юрьевич (RU), Мельников Владимир Сергеевич (RU),
Тетерин Владимир Сергеевич (RU)*

Заявка № 2014110969

Приоритет изобретения **21 марта 2014 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации **01 июня 2015 г.**

Срок действия патента истекает **21 марта 2034 г.**

*Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Л.Л. Кирий



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21)(22) Заявка: 2014110969/15, 21.03.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.03.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.03.2014

(45) Опубликовано: 27.06.2015 Бюл. № 18

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2409390 C2, 20.01.2011. Кормовая
добавка "Кормогумат АС". 21 мая 2010.
Найдено 16.01.2015, найдено в Интернет:
<http://ruazan.flagma.ru/kormovaya-dobavka-kormogumat-as-o18808.html>. ЯКИМЕНКО
О.С. и др. Гуминовые препараты и оценка
их биологической активности для целей
сертификации. Почвоведение, 2011, N 11, с.
1334-1343. RU 94027754 A1, (см. прод.)

Адрес для переписки:

390035, г.Рязань, ул. Островского, 43, кв. 64,
Горячкиной Ирине Николаевне

(72) Автор(ы):

Горячкина Ирина Николаевна (RU),
Костенко Михаил Юрьевич (RU),
Мельников Владимир Сергеевич (RU),
Тетерин Владимир Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Горячкина Ирина Николаевна (RU)

(54) СПОСОБ ОБРАБОТКИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИМ РАСТВОРОМ
С ПОМОЩЬЮ ВОДЯНОГО ПАРА И УСТАНОВКА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Формула изобретения

1. Способ обработки рабочих поверхностей дезинфицирующим раствором с помощью водяного пара, включающий образование смеси дезинфицирующего раствора и водяного пара в процессе обработки рабочей поверхности, отличающийся тем, что в качестве дезинфицирующего раствора применен гумат, а указанная смесь представляет собой аэрозоль гумата в водяном паре.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что аэрозоль гумата в водяном паре имеет температуру не менее 60°C и дисперсность 5-10 мкм.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что концентрация гуматов в водяном паре от 80 до 150 мг/л.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве дезинфицирующего раствора применен гумат с содержанием гуминовых кислот не менее 19,0 г/л и суммой гуминовых и фульвокислот не менее 28,0 г/л, в том числе кормовая жидкая добавка «Кормогумат АС».

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что выпуск аэрозоля гумата в водяном паре на рабочую поверхность для обработки осуществляют на расстоянии не более 0,5

метров от указанной поверхности.

6. Способ по п. 1, отличающийся тем, что обработку рабочей поверхности осуществляют однократно в течение 15-20 секунд аэрозолем гумата в водяном паре.

7. Установка для обработки рабочих поверхностей дезинфицирующим раствором с помощью водяного пара, содержащая генератор пара с паропроводом и соплом, встроенным в трубчатый корпус, имеющий открытый конец для выпуска дезинфицирующего раствора с водяным паром, и емкость для дезинфицирующего раствора, отличающаяся тем, что она снабжена автономным источником дезинфицирующего раствора в виде гумата, емкость для дезинфицирующего раствора образована внутри трубчатого корпуса и выполнена в виде камеры с внешним входным патрубком для подсоединения к автономному источнику дезинфицирующего раствора, причем указанная камера выполнена с возможностью теплообмена с соплом и введения дезинфицирующего раствора в канал сопла.

8. Установка по п. 7, отличающаяся тем, что сопло генератора пара выполнено в виде распорной втулки, полость которой является каналом сопла, причем указанная втулка плотно установлена в трубчатой камере и выполнена с удлиненной входной и выходной коническими частями, сопряженными меньшими основаниями таким образом, что в трубчатом корпусе образована камера кольцевой формы, внутренней стенкой которой является стенка сопла.

9. Установка по п. 8, отличающаяся тем, что распорная втулка внутри входной удлиненной конической части имеет множество расположенных по спирали элементов ввода дезинфицирующего раствора из камеры трубчатого корпуса в канал сопла.

10. Установка по п. 9, отличающаяся тем, что каждый элемент ввода дезинфицирующего раствора из камеры трубчатого корпуса в канал сопла выполнен в виде трубки со скосом на конце, обращенным к открытому концу трубчатого корпуса.

11. Установка по п. 8, отличающаяся тем, что в камере трубчатого корпуса входной патрубок выполнен над входной конусообразной удлиненной частью распорной втулки.

12. Установка по п. 8, отличающаяся тем, что распорная втулка выполнена съемной, трубчатый корпус выполнен с кольцевой проточкой для установки в ней указанной втулки с возможностью крепления элементом фиксации.

13. Установка по п. 7, отличающаяся тем, что в автономном источнике дезинфицирующего раствора применен гумат с содержанием гуминовых кислот не менее 19,0 г/л и суммой гуминовых и фульвокислот не менее 28,0 г/л, в том числе кормовая жидкая добавка «Кормогумат АС».

14. Установка по п. 7, отличающаяся тем, что камера трубчатого корпуса выполнена с возможностью соединения с автономным источником дезинфицирующего раствора через дозатор, встроенный в соединительный шланг для подключения к входному патрубку.

15. Установка по п. 14, отличающаяся тем, что дозатор выполнен в виде насоса.

16. Установка по п. 7, отличающаяся тем, что трубчатый корпус выполнен в виде насадки на паропровод парогенератора.

17. Установка по п. 7, отличающаяся тем, что генератор пара и автономный источник дезинфицирующего раствора выполнены переносными.

(56) (продолжение):

10.05.1996. US 8486332 B1, 16.07.2013. EP 2420257 A1, 22.02.2012. US 8343422 B2, 01.01.2013. WO 9948538 A2, 30.09.1999

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ЗАО «СХП Семёновское»
 Ступинского района
 Московской области
 Игумнов А.Н.



« ____ » _____ 2015 года

Акт

о внедрении технологии заготовки прессованного сена с применением устройств для разравнивания валка и внесения гуматов

Мы, нижеподписавшиеся представители ЗАО «СХП Семёновское» Ступинского района Московской области зоотехник Харитонов Н.В., инженер Корепанов В.И. и представители ФГБОУ ВО РГАТУ доцент кафедры ОТП и БЖД Горячкина И.Н. , аспирант кафедры РМ и ТМ Тетерин В.С., соискатель кафедры ОТП и БЖД Мельников В.С. составили настоящий акт в том, что в уборочные сезоны 2014-2015 годов в ЗАО «СХП Семёновское» Ступинского района Московской области проходили хозяйственные испытания заготовки прессованного сена с применением устройств для разравнивания валка и внесения гуматов.

При внедрении технологии заготовки прессованного сена с внесением гуматов была произведена модернизация пресс-подборщика, для обеспечения равномерной плотности по ширине захвата подборщика было установлено разравнивающее устройство, для внесения гуматов в процессе прессования было установлено устройство для внесения гуматов. Расход гуматов при прессовании сена в среднем составил 8,75 л/т.

Для определения сохранности прессованного сена, обработанные рулоны прессованного сена закладывались на хранение с контрольными образцами рулонов, после чего пробы сена передавались в аккредитованную

испытательную лабораторию по агрохимическому обслуживанию сельскохозяйственного производства.

Применение разравнивающего устройства позволило увеличить вес рулона на 50 кг, вследствие чего производительность модернизированного пресса увеличится на 8% и составила 9,72 тонны в час. Применение технологии заготовки прессованного сена с использованием устройств, для разравнивания валка и внесения гуматов в хозяйстве ЗАО «СХП Семёновское» Ступинского района Московской области позволило снизить потери сена в процессе хранения на 15,1 % , повысить производительность пресс-подборщика на 8%. С применением предлагаемой технологии заготовки прессованного сена убрано 250 тон. Годовой экономический эффект составил 59515 руб.

Зоотехник

Инженер

Доцент кафедры ОТП и БЖД

Аспирант кафедры РМ и ТМ

Соискатель кафедры ОТП и БЖД



Харитонов Н.В.

Корепанов В.И.

Горячкина И.Н

Тетерин В.С.

Мельников В.С.

Таблица Б-1 - Основные характеристики пресс-подборщиков отечественного производства

Марки машин Параметры	ПРФ-110Л	ППР-110	ПРФ-110Л	ПРМ-1200 (ПП-1,6)	ПР-1,2	ППР-120 (Relikan PPR-120)	ПРЛ-150
Некоторые характеристики по принципу работы	Безременный с приспособлением для уборки (Лён)	Безременный с постоянной камерой	С постоянной камерой (Лён)	Ременный (лён)	Цепочно-планчатый	Цепочно-планчатый транспортёр в сочетании с цилиндрическими вальцами	Ременный для подбора лент льна
Трактор, кл; т.с.	0,9 и 1,4	0,9 и 1,4	0,9 и 1,4	0,9 и 1,4	0,6-2	0,9...1,4	1,4
Рабочая скорость движения, км/ч		6-9		До 12	9	9	6...10
Производительность, т/ч		6-10		12-17 рул/ч	4(сена)	До 10 (5кг/с)	0,6 га/ч
Ширина захвата, м	1,45	1,45	1,45	1,52	1,2	1,45	1,5
Длина рулона, м	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	
Диаметр рулона, м	1,1	1,1	1,1	1,7	1,2	1,2	
Масса рулона, кг		80...200		До 630	150-200	До 270	
Потребляемая мощность, кВт	≤30	≤30	≤30	30...40 л.с.		45	
Плотность прессования, кг/м ³					140	70...200	

Таблица Б-2 - Основные характеристики пресс-подборщиков отечественного производства

Марки машин Параметры	ПРФ-180 (ПРФ-750)	ПРФ-180Л	ПТР-2400	ППР-Ф-1,8	ПР-200	ПФ-350	ПФ-350	ПВР-400А
Некоторые характеристики по принципу работы	С постоянной камерой безременный	Безременный с постоянной камерой	Ременной	Безременный	Безременный малогаборитный	Ременной лён	Ременной лён	Рулонный безременный
Трактор, кл; т.с.	1,4-2	0,9... 1,4	1,4		0,6... 1,4	0,9... 1,4	0,9... 1,4	
Рабочая скорость движения, км/ч	До 9		До 9	9	9	9	9	9
Производительность, т/ч			14-15 рул/ч	18	10 га/ч	20 рул/ч	До 20 рул/ч	10 га/ч
Ширина захвата, м	1,65	1,45	2,4	1,65	1,5	1,6	1,6	1,5
Длина рулона, м	1,5	1,2	1,2	1,5	1,2	1,4	1,4	1,2
Диаметр рулона, м	1,8	1,8	1,5	1,8	1,2- 1,5	1,45	1,45	1,3
Масса рулона, кг	300...750			300... 750	200			400
Потребляемая мощность, кВт	40		До 30					
Плотность прессования, кг/м ³	80-200			80...200	70...180	100-200	100-200	70...200

Таблица Б-3 - Основные характеристики пресс-подборщиков отечественного производства

Марки машин	ПРФ-145	ПРФ-145Л	ПР-145С	ПРФ-145	ПРП-145	ПР-Ф-145В	ПР-1,5
Параметры							
Некоторые характеристики по принципу работы	Безременный с постоянной камерой	Безременный с постоянной камерой (лена)	С постоянной камерой (лен)	Безременный с постоянной камерой прессования	Безременный с измельчением	Цепочно-планчатый постоянного объёма	Ременной, с переменной камерой
Трактор, кл; т.с.	1,4	0,9...1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Рабочая скорость движения, км/ч			До 9				До 9
Производительность, т/ч		До 10 га/ч	До 10		7...8		До 10
Ширина захвата, м	1,45	1,45	1,4	1,45	1,45	1,45	1,5
Длина рулона, м	1,2	1,2	1,15	1,2	1,2	1,2	1,15
Диаметр рулона, м	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,5	1,45
Масса рулона, кг	150...375		До 300	150...375	257...763		До 300
Потребляемая мощность, кВт			≤40				40
Плотность прессования, кг/м ³						200...325	

Таблица Б-4 - Основные характеристики пресс-подборщиков иностранных фирм

Марки машин Параметры	R12 Super	R12/2000	R500/Z	PONY.100	R10 Super	R10/2000	R12Super	R12/2000	Ролпанг 240	Ролпанг 240R	Ролпанг 250RS Uni- wrap	Combi Pack 1250 MC
Некоторые характеристики, особенности. Частота вращения ВОМ, 540 оборотов/мин.	Рулонный, прессуется цепью постоянную	Прессовочные элементы цепь Россия-Италия	Прессовочные элементы вальцы Италия	Cut System с измельчением Италия	Прессовочные элементы цепь Италия	Прессовочные элементы цепь Италия	Прессовочные элементы цепь Россия-Италия	Прессовочные элементы цепь Россия-Италия				17 ножей
Трактор, кл; т.с.	1,4	1,4	0,9-1,4	0,6-1,4	0,9-1,4	1,4	1,4	1,4				
Производительность, т/ч	До 25 рул/ч		50 рул/ч	28 рул/ч	24 рул/ч	30 рул/ч	20 рул/ч	25 рул/ч				
Ширина захвата, м	1,5	1,85	1,3	1,5	1,5	1,85	1,5	1,85	1,85	2,10	2,10	1,95
Длина рулона, м	1,2	1,2	0,63	1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,25	1,25	1,25	1,2
Диаметр рулона, м	1,55	1,55	0,57	1,0	1,2	1,2	1,55	1,55	1,25	1,25	1,25	1,25
Масса рулона, кг	До 850	До 850	До 60	До 450	До 650	До 650	До 850	До 850				43
Потребляемая мощность, кВт	29	30	11	40	25	33	29	30				
Плотность прессования, кг/м ³					300 до 450	300 до 450						

Таблица Б-5 - Основные характеристики пресс-подборщиков иностранных фирм

Марки машин Параметры	John Deer модель 572	John Deer модель 582	John Deer модель 592	RF 119	RF 121R	RF125R	RF125OC1 4	RV 1601 Infobale
Некоторые характеристики по принципу работы	Ременная. Обмотка – нить, проволочная сетка или полиэтелен	Ременная. Обмотка – нить, проволочная сетка или полиэтелен	Ременная. Обмотка – нить, проволочная сетка или полиэтелен	Пресовальная камера с 14 стальными вальцами	Пресовальная камера с 14 стальными вальцами	Пресовальная камера с 14 стальными вальцами	Пресовальная камера с 14 стальными вальцами RF 125 OC 14 с измельчением	Пять замкнутых плоских ремней
Рабочая скорость движения, км/ч	До 16	До 16	До 16	20	20	20	20	20
Производительность, т/ч	12...45	12...45	12...45	40-60 шт/ч	40-60 шт/ч	40-60 шт/ч	40-60 шт/ч	40-60 шт/ч
Ширина захвата, м	1,41...1,81	1,81...2,20	1,81...2,20	1,67	1,85	2,1	2,1	2,1
Длина рулона, м	1,17	1,17	1,17	1,25	1,25	1,25	1,25	
Диаметр рулона, м	0,6...1,30	0,60...1,55	0,60...1,80	1,22	1,22	1,22	1,22	1,6
Масса рулона, кг	320	400	650					
Потребляемая мощность, кВт	33	40	44	60	60	60	60	60

Таблица Б-6 - Основные характеристики пресс-подборщиков иностранных фирм

Марки машин Параметры	Wolagri Columbia R 500/Z	R 500/Z SUPER	Wolagri модель R 10 Super	Wolagri R500 Combi	Wolagri Columbia R98- SUPER	Columbia R 10 SUPER	Columbia R 12 SUPER	Wolagri @stra.160
Некоторые характеристики по принципу работы	Фиксированный объём камеры. Прессовочные элементы цепь	Фиксированный объём камеры. Прессовочные элементы цепь	Камера фиксированная прессующие валы (цепь)	Прессовочные элементы цепь	Прессовочные элементы цепь	Прессовочные элементы цепь	Прессовочные элементы цепь	Ременной специальные ремни
Ширина захвата, м	0,83	0,83	1,5		1,3	1,5	1,5	1,85
Длина рулона, м	0,63	0,63	1,2	0,62	0,98	1,2	1,2	1,2
Диаметр рулона, м	0,57	0,57	1,2	0,57	1,2	1,2	1,55	0,8- 1,6
Масса рулона, кг	460	540	500					
Потребляемая мощность, кВт	11	11	25	14	25	25	30	
Плотность прессования, кг/м ³			До 420					

Таблица В-1 - Оценочные показатели различных видов кормов при длительном хранении их в прессованном и рассыпном виде (июль 1960-декабрь 1962 г)

Показатели	Сено						Солома пшеничная					
	Прессованное			Непрессованное			Прессованное			Непрессованное		
	Период хранения						Период хранения					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Недоброкачественный корм %	0,63	0,81	0,96	3,9	5,2	6,5	-	0,9	1,42	0,5	1,53	2,2
Труха %	0,87	0,98	1,2	3,1	3,3	3,6	2,1	2,35	2,52	2,4	2,58	2,65
Сорные примеси %	2,06	2,2	2,5	1,6	1,85	2,05	0,6	0,75	0,91	0,7	0,81	0,93
Кальций (г в 1 кг корма)	2,3	1,71	1,46	2,2	1,5	1,2	0,72	0,58	0,34	1,14	0,79	0,65
Фосфор (г в 1 кг корма)	0,85	0,62	0,129	0,56	0,36	0,13	0,9	0,73	0,6	0,23	0,46	0,1
Каротин (мг в 1 кг корма)	0,39	0,12	Следы	Следы	0	0	2	-	Следы	0,83	Следы	0

Примечание: 1 период-июль 1960 – апрель 1961, 2 период – май 1961 – февраль 1962, 3 период – март – декабрь 1962 г.

Таблица Г-1 – Коэффициенты трения сено-стебельчатых материалов

Свойства	Коэффициент трения стебель по стебель						Коэффициент трения стеблей по стали					
	Влажность, W %											
	16-18		20-25		30-35		16-18		20-25		30-35	
Автор	Продольное	Поперечное	Продольное	Поперечное	Продольное	Поперечное	Продольное	Поперечное	Продольное	Поперечное	Продольное	Поперечное
Солома												
Дутов В.Д.	0,18/0,21	0,18/0,23	0,22/0,27	0,23/0,27	0,29/0,34	0,31/0,35	0,22/0,27	0,29/0,27	0,30/0,31	0,30/0,32	0,37/0,42	0,38/0,44
Виноградов В.И.	0,18/0,24	0,19/0,26	0,2/0,31	0,21/0,32	0,32/0,34	0,32/0,35	0,18/0,24	0,19/0,26	0,27/0,31	0,28/0,32	0,4/0,45	0,41/0,48
Жамьянов Ч.Д.	0,17/0,23	0,18/0,24	0,23/0,28	0,24/0,30	0,4/0,43	0,43/0,45	0,17/0,22	0,20/0,24	0,41/0,44	0,41/0,45	0,51/0,55	0,52/0,55
Тулинов А.А.	0,18/0,22	0,20/0,24	0,3/0,31	0,3/0,33	0,44/0,45	0,45/0,47	0,17/0,2	0,17/0,20	0,28/0,32	0,29/0,33	0,42/0,48	0,43/0,49
Дутов В.Д.	0,24	0,25	0,26	0,30	0,46	0,54	0,24	0,26	0,26	0,28	0,47	0,57
Виноградов В.И.	0,29	0,30	0,34	0,42	0,50	0,54	0,34	0,36	0,45	0,52	0,65	0,70
Особов В.И.	0,22	0,25	0,29	0,30	0,52	0,53	0,23	0,25	0,30	0,32	0,60	0,40
Тулинов А.А.	0,19	0,22	0,33	0,40	0,62	0,67	0,22	0,24	0,38	0,42	0,50	0,52







ФОНД СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ
малых форм предприятий в научно-технической сфере

ДИПЛОМ

**Победитель программы “Участник молодежного
научно-инновационного конкурса” (“УМНИК”)**

Тетерин В.С.

*Председатель
Наблюдательного совета*

*Генеральный директор
Фонда содействия развитию
малых форм предприятий
в научно-технической сфере*



И.М. Бортник

С.Г. Поляков









