

На правах рукописи



Тепляшин Василий Николаевич

**ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ
МАЛОГАБАРИТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СРЕДСТВА
ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ РОГОВ ОЛЕНЕЙ СЕВЕРНЫХ**

Специальность 05.20.01 – Технологии и средства
механизации сельского хозяйства

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Красноярск 2018

Работа выполнена на кафедре технологии, оборудования бродильных и пищевых производств Института пищевых производств ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет».

Научный руководитель: Невзоров Виктор Николаевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные оппоненты: Пирожков Дмитрий Николаевич,
доктор технических наук, доцент,
декан инженерного факультета
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет»
Сабиев Уахит Калижанович,
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры агроинженерии факультета
технического сервиса в АПК
ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»

Защита состоится «22» июня 2018 года в 13.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.004.02 при ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» по адресу: 656038, г. Барнаул, просп. Ленина, 46. Сайт: <http://www.altstu.ru>; электронный адрес: epb@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» и на сайте <http://www.altstu.ru/media/Dissertaciya-Tissen-R.U.pdf>.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направить по указанному адресу на имя ученого секретаря диссертационного совета.

Автореферат разослан «19» апреля 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
д.т.н., профессор

Куликова Лилия Васильевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Современное сельское хозяйство Российской Федерации для повышения производственной эффективности базируется на использовании региональных ресурсов с применением новейших инновационных технологий и средств механизации.

Региональные ресурсы, расположенные в арктических и северных территориях, базируются на промысловой заготовке мяса дикого оленя и разведении домашних оленей, рыбном и охотничьем промысле, сборе и заготовке дикорастущих ягод, грибов и лекарственного растительного сырья.

Для развития сельскохозяйственного и перерабатывающего производства в арктических и северных территориях необходимо решить проблему по разработке и внедрению новых малотоннажных наукоемких технологий и оборудования, обеспечивающих экономическое развитие сельскохозяйственного производства в районах проживания коренных малочисленных народов Севера.

За последние годы в связи с реализацией программы, утвержденной правительством Российской Федерации по устойчивому развитию коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока (№132-р от 04.02.2009 г.), на севере Красноярского края активно развивается домашнее оленеводство на базе муниципальных предприятий и частного предпринимательства.

С увеличением численности и продуктивности оленеводства острее встает задача по разработке и внедрению новых наукоемких технологий и средств механизации глубокой переработки пантов и сброшенных рогов оленей северных, являющихся ценным сырьем для пищевой, медицинской и косметической промышленности.

Существующие современные технологические средства механизации не позволяют производить переработку пантов и сброшенных рогов оленей северных на местах их заготовки, а для решения данной проблемы необходимо совершенствование существующей технологии и создание нового ресурсосберегающего малогабаритного модульного технологического средства механизации для переработки пантов и сброшенных рогов.

Результаты научных исследований представлены в научно-исследовательском отчете «Исследование и разработка технологии производства биологически активных веществ из рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы, выпуск опытной партии биологически активных веществ».

Степень научной разработанности темы. Вопросы повышения эффективности механизации переработки сельскохозяйственной продукции подробно рассмотрены в научных работах И.Я. Федоренко, В.И. Земскова, О.К. Никольского, В.А. Кубышева, Д.Н. Пирожкова, А.Н. Острикова, В.А. Панфилова и других ученых. Проблемы заготовки, консервации и переработки рогов оленей северных нашли отражение в трудах И.И. Брехмана, Н.С. Осинцева, Н.А. Антоновой, Я.Я. Гизбрехта, В.Г. Шелепова, В.С. Галкина, Г.Я. Брызгалова, Д.Д. Доржиева, В.Н. Невзорова, А.А. Кайзера. Основными направлениями по-

вышения эффективности технологических процессов дробления и измельчения пантов являются совмещение технологических операций и рациональность конструктивных параметров и режимов работы малогабаритного технологического средства. Изучение данных процессов послужило теоретической основой научной работы.

Цель и задачи исследований. Цель научного исследования состоит в обосновании рациональных параметров малогабаритного технологического средства механизации для переработки рогов оленей северных.

Достижение поставленной цели обусловлено необходимостью решения следующих задач:

1. Провести системный анализ технологий и конструктивных особенностей современных средств механизации для переработки рогов оленей северных.

2. Разработать и теоретически обосновать рациональные конструктивно-технологические параметры малогабаритной машины для резания и измельчения рогов оленей северных.

3. Разработать методику проведения испытаний рациональных технологических параметров процесса резания и измельчения для малогабаритного технологического средства переработки рогов оленей северных.

4. Определить рациональные режимы работы дискового режущего аппарата и шнекового измельчающего механизма в процессе переработки рогов оленей северных и провести технико-экономическое обоснование применения разработанного малогабаритного технологического средства для переработки рогов оленей северных.

Научная новизна и теоретическая значимость. Впервые решена задача по разработке нового малогабаритного технологического средства для переработки рогов оленей северных с совмещенным дисковым режущим аппаратом и шнековым измельчающим механизмом и получен патент РФ № 2366190.

Дано теоретическое обоснование проектируемого малогабаритного технологического средства для переработки рогов оленей северных с совмещенным дисковым режущим аппаратом и шнековым измельчающим механизмом, определены силовые и скоростные рациональные параметры процесса резания и измельчения рогов оленей северных.

Разработаны математические модели процесса резания и измельчения рогов оленей северных, позволяющие прогнозировать качественные и энергоемкие показатели в зависимости от установленных режимов работы.

Практическая ценность исследований заключается в том, что результаты научной работы позволяют на стадии проектирования малогабаритной машины для резки и измельчения рогов оленей северных обоснованно выбирать рациональные кинематические и конструктивные параметры процесса резания дисковыми пилами разного диаметра и процесса измельчения шнековым механизмом, а также повысить технический уровень и качество технологического процесса переработки рогов оленей северных как на действующем, так на новом технологическом средстве механизации.

Результаты исследования могут быть использованы конструкторскими бюро для разработки новых малогабаритных машин для переработки пантов, а также внедрены в учебный процесс вузов.

Методология и методы исследования. Общей методологической основой научных исследований были системный подход, методы математической обработки статистических данных и регрессионного анализа экспериментов. Теоретические исследования проводились с использованием основных положений, законов и методов классической механики и математического моделирования. При обработке результатов исследований использовались компьютерные программы MATHCAD и STATISTICA.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Разработанная конструкция новой малогабаритной машины для резки и измельчения рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы.
2. Математические модели процесса резания дисковым режущим аппаратом и измельчения шнековым измельчающим механизмом в малогабаритном технологическом средстве для переработки рогов оленей северных.
3. Результаты экспериментальных исследований рациональных кинематических параметров и режимов работы малогабаритной машины для резки и измельчения рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы.
4. Экономическое обоснование применения малогабаритной машины для резки и измельчения рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность исследований подтверждается совокупностью полученных результатов информационно-патентных данных в соответствии с тематикой работы, постановкой необходимых экспериментов, проведением современных методов анализа и математической обработкой полученных результатов исследований. Основные положения научно-исследовательской работы подтверждаются публикациями в цитируемых научных изданиях.

Основные результаты диссертационного исследования доложены и обсуждены на всероссийских и международных научно-практических конференциях: «Инновации в науке и образовании: опыт, проблемы, перспективы развития» (Красноярск, 2009–2016); «Проблемы современной аграрной науки» (Красноярск, 2010–2015); «Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий» (Горно-Алтайск, 2015–2017); «Концепция устойчивого развития науки третьего тысячелетия» (Санкт-Петербург, 2016); «Социально-экономические и экологические аспекты развития регионов и муниципальных образований: проблемы и пути их решения» (Москва, 2016); «Прикладные аспекты инноваций в биотехнологии» (Бийск, 2017).

Реализация результатов работы. Проведена производственная проверка экспериментального образца машины для резки и измельчения рогов оленей северных в оленеводческо-племенном хозяйстве «Суриндинский» Эвенкийского муниципального района Красноярского края.

Публикации. Основное содержание диссертационной работы и защищаемые положения изложены в 23 научных работах, из них 5 статей, опублико-

ванных в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Автором диссертационной работы получены патенты РФ на изобретение и полезные модели: № 2511292 «Устройство для срезания пантов оленя северного»; № 2408187 «Устройство для обрезания рогов»; № 2366190 «Машина для резки и измельчения рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы»; № 167976 «Тепловой агрегат для сушки пантов».

Личный вклад автора. Автором сформулированы цель и задачи научной работы, разработана программа и методика исследований, выполнены теоретические и экспериментальные исследования. Под руководством и при непосредственном участии автора разработана конструкция экспериментальной модели малогабаритной машины для переработки рогов оленей северных и получен патент РФ на изобретение № 2366190. Систематизация, обработка и анализ теоретических и экспериментальных данных позволили автору представить рекомендации по обоснованию рациональных параметров малогабаритного технологического средства для переработки рогов оленей северных.

Структура и объем работы. Диссертация написана на 171 странице машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, включающих 23 параграфа, заключения, списка литературы и приложений. Содержит 61 рисунок, 52 таблицы, 171 наименование литературы, в том числе 10 иностранном языке, 6 приложений.

Исследования проводились в соответствии с паспортом региональной технологической платформы «Продовольственная безопасность Сибири» и постановлением правительства Красноярского края от 20.20.2013 года № 44-п «Об утверждении Положения о региональных технологических платформах и порядке формирования перечня региональных технологических платформ».

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность исследований в решении проблем по разработке малогабаритного технологического средства механизации для переработки рогов оленей северных.

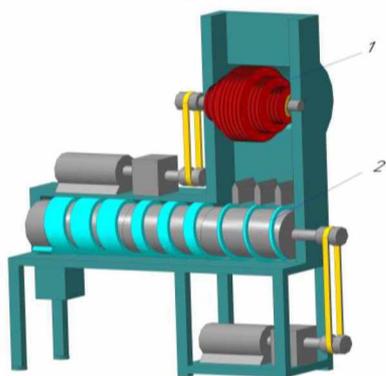
В первой главе «Состояние вопроса по разработке технологии и оборудования для переработки рогов оленей северных» представлен анализ существующих технологий и средств механизации для заготовки и переработки рогов оленей северных, а также патентные исследования в области разработки нового технологического средства для переработки рогов.

Разработанное и серийно выпускаемое технологическое средство механизации для переработки рогов оленей северных имеет большие габаритные размеры, металлоемко по исполнению, энергоемко и эффективно только при круглогодичной загрузке и не может применяться в технологии переработки консервированных и сброшенных рогов оленей северных по месту заготовки.

Анализ ранее выполненных научно-исследовательских разработок по проектированию и серийному выпуску технологических механизированных средств показал, что для дальнейшего продвижения инновационных техноло-

гий по переработке рогов оленей северных, приближенных к месту разведения оленей, и заготовке рогов не существует малогабаритного и универсального технологического механизированного средства, позволяющего совместить выполнение основных рабочих операций в одном технологическом средстве и на одном рабочем месте, что очень важно для арктических и северных территорий.

Во второй главе «Теоретические исследования создания нового технологического средства для механизации переработки рогов оленей северных» приведена разработанная автором модель новой конструкции малогабаритной машины для резки и измельчения рогов оленей северных (рис. 1). Техническая новизна малогабаритной машины подтверждена патентом РФ № 2366190.



*Рисунок 1 – Модель конструкции малогабаритной машины для резки и измельчения рогов оленей северных:
1 – дисковый режущий аппарат;
2 – шнековый измельчающий механизм*

Принципиальное отличие запатентованной машины от существующих серийно выпускаемых машин заключается в том, что конструкция машины выполнена универсальной и обеспечивает выполнение всех рабочих операций в одном технологическом потоке для получения порошка из рогов оленей северных.

Положительный эффект разработанной новой конструкции машины достигается за счет улучшения качества измельчения и повышения производительности путем уменьшения времени резания рогов и снижения энергоемкости технологического процесса, так как разработанная новая конструкция режущего дискового аппарата обеспечивает одновременное резание рогов различной кривизны, что исключает работу холостого хода машины.

Моделирование процесса переработки рогов оленей северных в малогабаритной машине, реализующей совмещение способов измельчения (резание, срез, раздавливание и истирание), проведено с учетом ее особенностей (она включает два основных узла с рабочими органами и имеет увеличенную длину режущей части). Модель построена в виде системы из двух подмоделей: М1 – подмодель процесса резания дисковыми пилами разного диаметра (дисковым режущим аппаратом); М2 – подмодель процесса измельчения измельчающим шнековым механизмом).

В начальный момент времени подмодели М1 на вход первого узла поступает крупная частица (рог оленя северного) (рис. 2), которая на выходе из подсистемы М1 нарезается на мелкие частицы. Входящую частицу описываем при помощи двух функций $f_0 = (f_{01}(r), f_{02}(r))$, $r=(x, y, z)$.

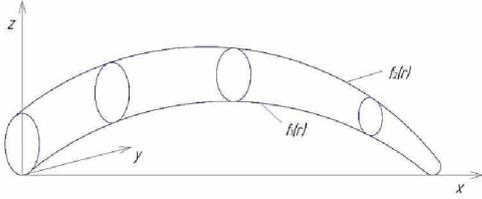


Рисунок 2 – Геометрическое изображение рога (панты) оленя северного

В декартовой системе координат функции f_{01} и f_{02} представляются в виде $z = f_{01}(x, y)$; $z = f_{02}(x, y)$.

Объем рога может быть выражен через двойной интервал

$$V = \iint_{D_{xy}} (f_{02}(x, y) - f_{01}(x, y)) dx dy dz, \quad (1)$$

который после аппроксимации области D_{xy} (рис. 3) с учетом значений длины и ширины рога $l = x_{max}$; $b = y_{max}$, и соотношения $y(0) = l = b$; $y(l) = kl + b = 0$; $k = -\frac{b}{l}$, $y = -\frac{b}{l}x + b$ представляется в виде

$$V = \iint_{\begin{cases} x=0 \\ y=0 \\ y=-\frac{b}{l}x+b \end{cases}} [f_{02}(x, y) - f_{01}(x, y)] dx dy. \quad (2)$$

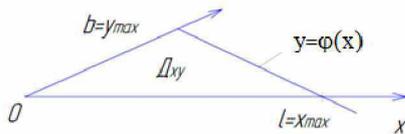


Рисунок 3 – Элементарный объем рога оленя северного в виде области D_{xy}

Функцию $f_0(x, y) = (f_{01}(x, y), f_{02}(x, y))$ представим в виде двумерной обобщенной σ -функции $\iint_{D_{xy}} f_0(x, y) \sigma(x, y) dx dy dz = f_0(0, 0, 0)$, где функция Дирака ($\sigma(x, y) = \sigma(x) \sigma_y \sigma_z$) и интеграл преобразуем из двойного в повторный: $V = \int_0^c dz \int_0^b dy \int_0^l (f_{02} - f_{01}) dx$, c – это фокальное расстояние $c = \frac{F_1 F_2}{2}$, $c = \sqrt{a^2 - b^2}$.

Анализируя эмпирические функции $f_0(x, y)$, установили, что их с достаточной точностью можно аппроксимировать эллиптическими функциями $\frac{x^2}{a_1^2} + \frac{y^2}{a_2^2} + \frac{z^2}{a_3^2} = 1$, причем полуоси эллипса равны половинам линейных размеров рога: $a_1 = \frac{l}{2}$; $a_2 = \frac{b}{2}$; $a_3 = \frac{c}{2}$ (рис. 4). Уравнениями, ограничивающими поверхность данного тела (1/8 рога), являются

$$\frac{4x^2}{l^2} + \frac{4y^2}{b^2} + \frac{4z^2}{c^2} = 1; z = 0; y = 0; x = 0. \quad (3)$$

Выделив в OABC элемент NMKLP и интегрируя (сначала по z), составим сумму всех элементов N_i, M_i, K_i, L_i, P в столбце (например, PK); при этом пределами интегрирования будут $z \in [0; PK]$, где $PK = a_3 \sqrt{1 - \frac{x^2}{a_1^2} + \frac{y^2}{a_2^2}}$. Интегрируя затем по y , суммируя все столбцы PK во всем слое $C_1 A_1 A_2 K_1 K_2 C_2$; с пределами интегрирования $y=0$ и $K_1 A_1$, где $K_1 A_1$ определяется из уравнения

кривой BA_1A с его решением относительно y : $K_1A_1 = a_2\sqrt{1 - \frac{x^2}{a_1^2}}$, и интегрируя по x , получим

$$V = \frac{8\pi a_2 a_3}{4a_1} \int_0^{a_1} (a_1^2 - x^2) dx = \frac{4\pi a_1 a_2 a_3}{3} = \frac{\pi}{3} lbc. \quad (4)$$

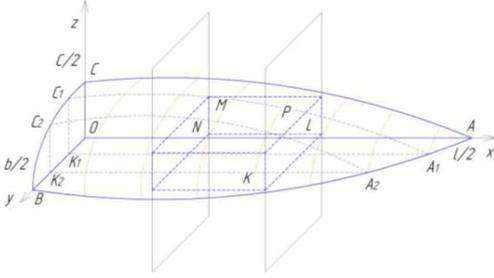


Рисунок 4 – Восьмая часть эллипсоида рога оленя северного $OABC$

Уравнение (4) задает начальное условие модели М1: из каждого такого объема на подсистеме резания дисковыми пилами разного диаметра (М1) образуется n частиц объемами $V_i, \sum_{i=1}^n V_i = V$.

Форма дискового режущего аппарата с n дисковыми пилами и k регулировочными шайбами должна аппроксимировать форму рога (панты) оленя северного.

Модель процесса измельчения М2 представили в виде уменьшающей системы, переводящей частицы объема V (со средним значением $\frac{\pi}{3} lbc$, на который накладывается «белый шум», и средним квадратическим отклонением δ_V), в более мелкие частицы с плотностью распределения объемов $P(x)$:

$$P(x) = P\{V_i \leq x\}, i = n, n = \min, V_i \in (V_1^{(1)}; V^{(2)}), \quad (5)$$

т.е. на вход подсистемы М2 поступает n частиц распределение которых $N = N(\frac{\pi}{3} lbc; \delta_V)$ с дифференциальной функцией распределения

$$N(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi(\delta_V)^2}} \exp\left(-\frac{(x - \frac{\pi}{3} lbc)^2}{\delta_V^2}\right). \quad (6)$$

При этом на выходе М2 (из шнекового измельчающего механизма) получаем в качестве изображения этой функции функцию $P(x)$, которая задается интегральным преобразованием

$$P(x) = \int_{x_{min,1}}^{V+3\delta_V} N(x) K_1(x, t) dt, \quad (7)$$

где функция $K_1(x, t)$, является ядром интегрального уравнения Фредгольма-Вольтерра служит оператором уменьшающей системы М2.

Используя Фурье-преобразование $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_A^B f(\xi) e^{-ix\xi} d\xi$, получим, что ядро преобразования имеет вид $K_1(x, \xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-ix\xi}$, где переменная ξ задает уменьшенные объемы частиц, полученных на выходе подсистемы М2. Плотность распределения частиц по размеру задается функцией $P(x, \xi)$, которая определяется в результате решения интегрального уравнения типа Фредгольма,

$$P(x, \xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{x_{min,1}}^{V+3\delta_V} N(x) e^{-ix\xi} d\xi. \quad (8)$$

Модель (8) применима для теоретического описания процесса измельчения рогов в каждой из трех рабочих зон шнекового измельчающего механизма, представленных на рисунке 5.

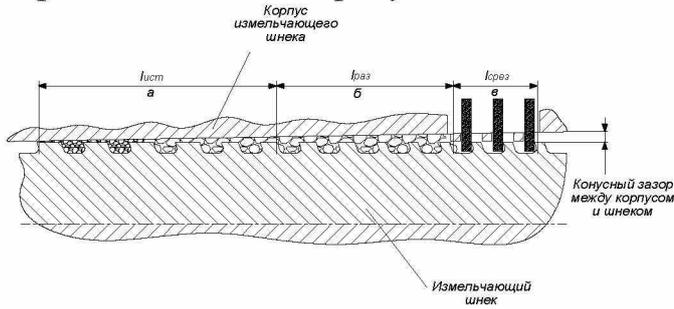


Рисунок 5 – Принципиальная схема шнекового измельчающего механизма: а – зона истирания; б – зона раздавливания; в – зона среза

При этом для второй зоны функция выхода

$$Q(x) = \int_{x_{min,1}}^{V+3\delta V} P(x)K_2(x,t)dt, \quad (9)$$

где функция K_2 является операторным ядром второй уменьшающей системы. Аналогично для третьей зоны шнекового измельчающего механизма имеем

$$R(x) = \int_{x_{min,1}}^{V+3\delta V} Q(x)K_3(x,t)dt. \quad (10)$$

В процессе разработки на этапе проектирования машины были синтезированы три уменьшающие системы (рис. 6) со своими рабочими органами, математически описываемыми ядрами интегрального уравнения Фредгольма первого рода

$$K_1(x,t) = V_1 e^{-ixt}, K_2(x,t) = V_2 e^{-ixt}, K_3(x,t) = V_3 e^{-ixt}, \\ K(x,t) = (K_1(K_2K_3(x,t))) = \sqrt[3]{(V_1V_2V_3)} e^{-(p+q+r)ixt}, \quad (11)$$

которые позволяют настраивать и оценивать работу как отдельных рабочих органов, так и механизма в целом.

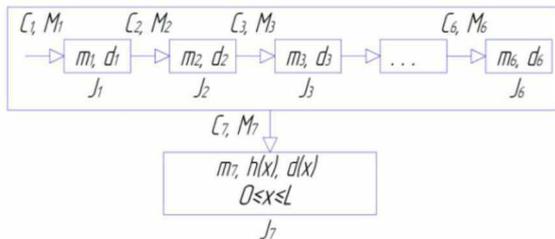


Рисунок 6 – Функциональная схема малогабаритной машины

Производительность малогабаритной машины равна

$$Q = (Q_1 \varphi_{\rho_1} f_0 d(d_1, \dots, d_n) n l_o) (Q_2 \omega \varphi_{\rho_2} (f_1 d(x) h(x)) f \rho), \quad (12)$$

где f – коэффициент заполнения пространства шнека; ω – угловая скорость вращения шнека; $d(x)$ – переменный диаметр шнека; Q_1 – производительность первой подсистемы; Q_2 – производительность второй подсистемы; f_0 – форма частиц на выходе; f_1 – форма частиц на выходе второй подсистемы; $\varphi_{\rho_1}, \varphi_{\rho_2}$ – соответствие между материалом и рабочими органами на выходе первой и второй подсистем; n – число дисковых пил; l_o – толщина регулирующей шайбы, разделяющая дисковые пилы; ρ – сила сжатия рогов оленей северных; $h(x)$ – переменная ширина измельчающих ножей шнека.

В третьей главе «Методика экспериментальных исследований» представлена общая схема проведения исследований (рис. 7).

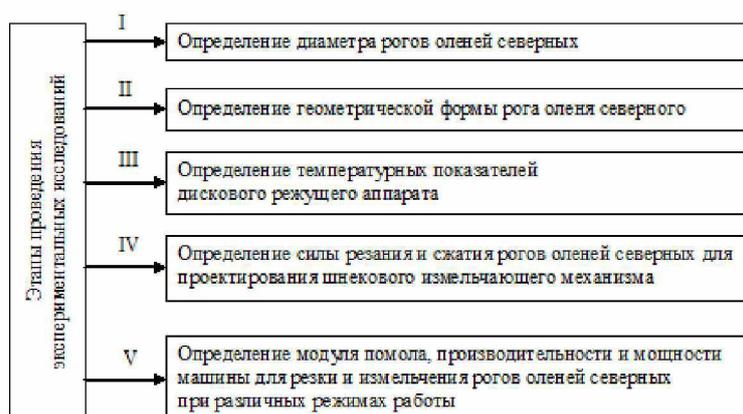


Рисунок 7 – Общая схема проведения исследований

Для проектирования дискового режущего аппарата машины для резки и измельчения рогов оленей северных был определен средний диаметр рога оленя северного с помощью многократных замеров основания среза по достижению трехлетнего возраста отростка.

Также при проектировании дискового режущего аппарата была исследована геометрическая форма рогов оленей северных с помощью многократных замеров длины рогов по основанию (кривой) и горизонтали (прямой) (рис. 8), вследствие чего было получено расхождение.



Рисунок 8 – Исследование кривизны рогов оленей северных

Для съема температурных данных с дисковой пилы во время резания была разработана схема экспериментальной установки (рис. 9) для оценки влияния скорости вращения дисковых ножей на нагрев дискового полотна пилы.

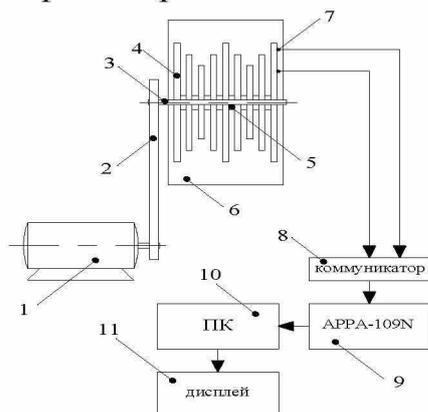


Рисунок 9 – Схема экспериментальной установки для съема температурных показателей с дисковой пилы:

1 – электродвигатель; 2 – ременная передача; 3 – вал; 4 – дисковые пилы разного диаметра; 5 – регулировочные шайбы; 6 – корпус; 7 – термопара (К-типа); 8 – коммуникатор; 9 – измерительный прибор «АРРА 109 N»; 10 – переносной компьютер; 11 – дисплей

Для проектирования шнекового измельчающего механизма на лабораторной установке была определена сила среза рогов (рис. 10) и сила сжатия.

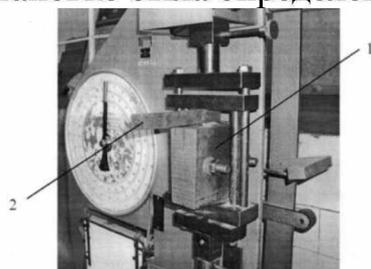


Рисунок 10 – Лабораторная установка:

1 – специальное приспособление для закрепления нарезанных дисков (пятак) из рогов оленей северных; 2 – режущая пластина (нож)

Для определения рациональных (модуль помола, производительность и мощность) параметров машины для резания и измельчения рогов оленей северных был изготовлен опытный образец машины, представленный на рисунке 11.

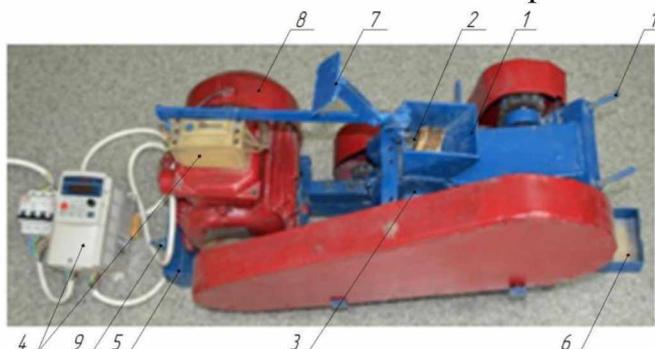


Рисунок 11 – Общий вид опытной установки:

- 1 – загрузочный бункер;
2 – режущий механизм;
3 – измельчающий механизм;
4 – панель управления; 5 – рама;
6 – лоток для готовой продукции;
7 – питатель; 8 – электродвигатель;
9, 10 – натяжной болт

Изготовленный опытный образец машины для резки и измельчения рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы позволил варьировать задаваемыми переменными факторами.

В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований, производственных испытаний и технико-экономическая эффективность переработки рогов оленей северных» рассмотрен анализ полученных экспериментальных данных и представлена разработанная ресурсосберегающая технология переработки рогов оленей домашних северных эвенкийской породы, внедренная в оленеводческо-племенном хозяйстве «Суриндинский» Эвенкийского муниципального района Красноярского края.

Доказательства теоретических разработок и проверки гипотезы применения процесса резания и измельчения рогов оленя подтверждаются результатами экспериментальных исследований на основе планирования (табл. 1)

Таблица 1 – Основные факторы и уровни их варьирования

Характеристика плана	Переменный фактор								
	Скорость дискового аппарата V_d , c^{-1}	Время резания, с	Длина среза, мм	Толщина заготовки, мм	Угол режущей пластины, $^{\circ}$	Толщина нарезанных дисков δ_d , мм	Площадь сжатия, mm^2	Скорость шнека $V_{ш}$, c^{-1}	Зазор между корпусом и шнеком $\delta_{шм}$, мм
	(X_1)	(X_2)	(X_3)	(X_4)	(X_5)	(X_6)	(X_7)	(X_8)	(X_9)
Шаг варьирования, L_i	0,166	5	6	2	30	1	20	0,083	0,3
Нижний уровень, $X_i^{(-)}(-1)$	0,166	5	10	2	30	2	16	0,083	0,3
Основной уровень, $X_i^{(0)}(0)$	0,33	10	16	4	60	3	36	0,166	0,6
Верхний уровень, $X_i^{(+)}(+1)$	0,5	15	22	6	90	4	56	0,25	0,9

Анализ данных по определению криволинейной формы рогов оленей северных представлен на рисунке 12 и описывается функцией $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$.

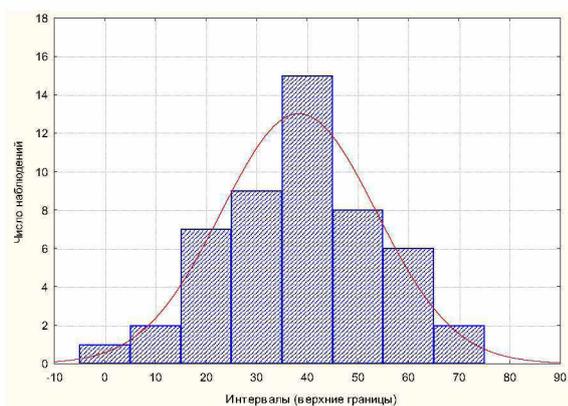
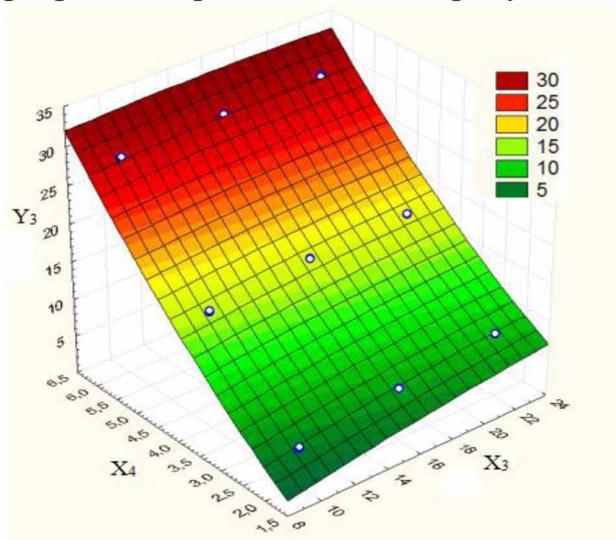


Рисунок 12 – Гистограмма определения криволинейной формы рогов

Анализ данных, представленных на рисунке 12 в виде гистограммы определения криволинейной формы рогов, показал, что распределение замера рогов оленей по определению геометрической формы рога подчиняется нормальному закону распределения, теснота связи между экспериментальными и теоретическими данными определялась с помощью критерия Хи-квадрат для распределения геометрической формы Хи-квадрат фактическая = 7,57501 при доверительной вероятности $p = 0,10845$, а Хи-квадрат стандартная = 9,2, поскольку Хи-квадрат фактическая меньше Хи-квадрат стандартная модель является адекватной.

Поверхность отклика силы резания консервированных рогов и уравнение регрессии представлены на рисунке 13.

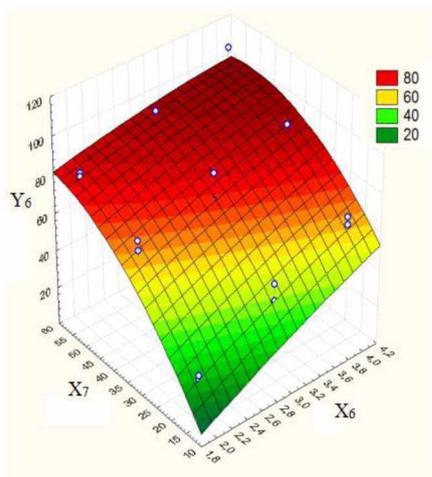


$$Y_3 = -8,01111 + 0,58194 * X_3 + 3,8375 * X_4 - 0,00625 * X_3^2 - 0,05208 * X_3 * X_4 + 0,31875 * X_4^2$$

Рисунок 13 – Зависимость изменения силы резания образцов из консервированных рогов оленей северных Y_3 от длины среза X_3 и толщины образца X_4 (δ_d)

Анализ зависимости силы резания образцов из консервированных рогов оленей северных (Y_3) от длины среза (X_3) и толщины образца (X_4) показал наличие экстремума функции Y_3 .

Поверхность отклика силы сжатия рогов оленей северных и уравнение регрессии представлены на рисунке 14.

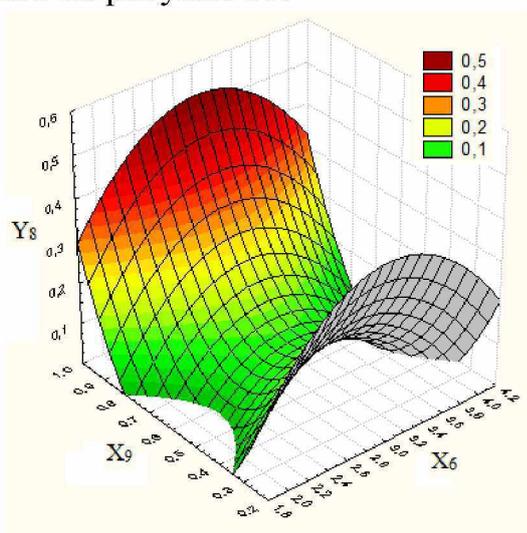


$$Y_6 = -61,115 + 21,7917 * X_6 + 3,655 * X_7 - 0,25 * X_6 * X_7 - 0,0244 * X_7^2$$

Рисунок 14 – Зависимость изменения силы сжатия образцов из консервированных рогов оленей северных Y_6 от толщины образца рога X_6 (δД) и площади сжатия образца рога X_7

Анализ зависимости силы сжатия образцов из консервированных рогов оленей северных (Y_6) от толщины образца рога (X_6) и площади сжатия образца рога (X_7) показал наличие экстремума функции Y_6 .

Поверхность отклика модуля помола рогов оленей северных и уравнение регрессии в машине для резки и измельчения рогов оленей северных представлены на рисунке 15.

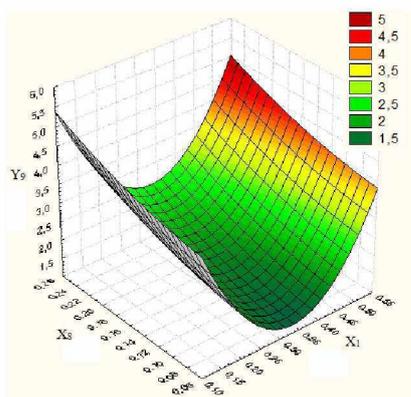


$$Y_8 = -0,45588 + 0,890444 * X_6 - 2,81682 * X_9 + 0,06986 * X_1 * X_9 - 0,14996 * X_6^2 + 0,05988 * X_6 * X_8 + 0,01875 * X_6 * X_9 - 0,19131 * X_8^2 + 0,424152 * X_8 * X_9 + 2,368069 * X_9^2$$

Рисунок 15 – Зависимость изменения модуля помола порошка из рогов оленей северных Y_8 при $X_1=0,166$ и $X_8=0,083$

Анализ зависимости модуля помола порошка из рогов оленей северных (Y_8) от скорости дискового режущего аппарата (X_1), толщины нарезанных дисков из рогов оленей северных (X_6), скорости измельчающего шнека (X_8) и зазора между корпусом измельчающего шнека и самим измельчающим шнеком (X_9) при двух постоянных факторах из четырех на нижнем уровне показал наличие экстремума функции Y_8 при постоянной скорости дискового режущего аппарата $X_1=0,166 \text{ с}^{-1}$ и скорости измельчающего шнека $X_8=0,083 \text{ с}^{-1}$. Экстремум функции отклика находится в пределах варьирования переменных факторов.

Поверхность отклика и уравнение регрессии производительности машины для резки и измельчения рогов оленей северных представлены на рисунке 16.

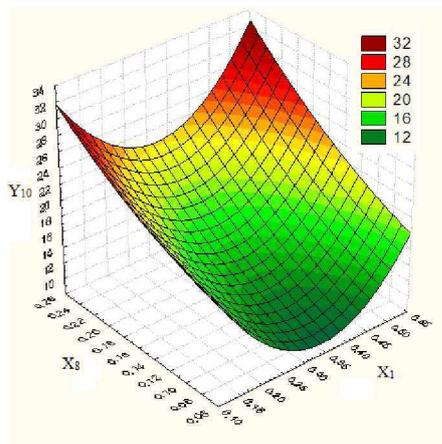


$$Y_9 = 7,0913 - 36,3508 * X_1 + 0,6458 * X_9 + 54,6932 * X_1^2 - 0,024 * X_6^2 + 19,1059 * X_8^2$$

Рисунок 16 – Зависимость изменения производительности машины для резки и измельчения рогов оленей северных Y_9 при $X_6=2$ и $X_9=0,3$

Анализ зависимости производительности (Y_9) опытно-экспериментальной машины для резки и измельчения рогов оленей северных от скорости дискового режущего аппарата (X_1), толщины нарезанных дисков из рогов оленей северных (X_6), скорости измельчающего шнека (X_8) и зазора между корпусом измельчающего шнека и самим измельчающим шнеком (X_9) при двух постоянных факторах из четырех на нижнем уровне показал наличие экстремума функции Y_9 при постоянной толщине нарезанных заготовок $X_6=2$ мм и зазоре между корпусом измельчающего шнека и самим измельчающим шнеком $X_9=0,3$ мм. Экстремум функции отклика находится в пределах варьирования переменных факторов.

Поверхность отклика и уравнение регрессии затраченной мощности машины для резки и измельчения рогов оленей северных представлены на рисунке 17.



$$Y_{10} = 30,444 - 135,96 * X_1 + 7,1 * X_9 + 196,178 * X_1^2 + 40,217 * X_1 * X_8 - 0,248 * X_6^2 + 158,608 * X_8^2$$

Рисунок 17 – Зависимость изменения мощности машины для резки и измельчения рогов оленей северных Y_{10} при $X_6=2$ и $X_9=0,3$

Анализ зависимости мощности (Y_{10}) опытно-экспериментальной машины для резки и измельчения рогов оленей северных от скорости дискового режущего аппарата (X_1), толщины нарезанных дисков из рогов оленей северных (X_6), скорости измельчающего шнека (X_8) и зазора между корпусом измельчающего шнека и самим измельчающим шнеком (X_9) при двух постоянных факторах из четырех на нижнем уровне показал наличие экстремума функции Y_{10} при постоянной толщине нарезанных заготовок, равной 2 мм, и зазоре между корпусом измельчающего шнека и самим измельчающим шнеком, равным 0,3 мм. Экстремум функции отклика находится в пределах варьирования переменных факторов.

Режимы работы опытного малогабаритного технологического средства, энергоёмкость и работа, затраченная на переработку одной партии рогов оленей, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Режимы работы опытного малогабаритного технологического средства, энергоёмкость и работа, затраченная на переработку одной партии рогов оленей

Скорость дискового аппарата $V_{д}, c^{-1}$	Толщина нарезанных дисков $\delta_{д}, мм$	Скорость шнека $V_{ш}, c^{-1}$	Зазор между корпусом и шнеком $\delta_{шш}, мм$	Модуль помола $M_p, мм$	Производительность $\Pi, кг/ч$	Мощность $N_{п}, Вт$	Удельная энергоёмкость $P, Вт ч/кг$	Критерий, \mathcal{E}	Работа, затраченная на резание и измельчение одной партии рогов оленей $A_{пр}, Дж*кг$
0,166	2	0,083	0,3	0,12	2,7	15,132	5,604	5604	0,1401
0,5	2	0,083	0,3	0,13	2,8	16,03	5,725	44038	0,143125
0,166	4	0,083	0,3	0,12	2,6	14,095	5,421	45176	0,135525
0,5	4	0,083	0,3	0,13	2,5	13,034	5,213	40104	0,130325
0,166	2	0,25	0,3	0,09	3,9	26,516	6,798	75544	0,16995
0,5	2	0,25	0,3	0,1	4,0	28,356	7,089	33757	0,177225
0,166	4	0,25	0,3	0,12	3,4	21,1	6,205	51715	0,155125
0,5	4	0,25	0,3	0,13	3,6	23,039	6,399	49228	0,159975
0,166	2	0,083	0,9	0,19	3,4	21,1	6,205	32662	0,155125
0,5	2	0,083	0,9	0,2	3,3	20,015	6,065	30325	0,151625
0,166	4	0,083	0,9	0,21	2,9	17,055	5,881	28004	0,147025
0,5	4	0,083	0,9	0,23	2,7	15,132	5,604	24367	0,1401
0,166	2	0,25	0,9	0,21	4,1	30,091	7,339	34948	0,183475
0,5	2	0,25	0,9	0,22	4,2	31,052	7,393	33606	0,184825
0,166	4	0,25	0,9	0,25	4,0	28,356	7,089	28356	0,177225
0,5	4	0,25	0,9	0,26	4,1	30,091	7,339	28227	0,183475

Процесс переработки рогов в машине для резки и измельчения рогов оленей северных происходит при рациональных режимах работы, в случае, когда критерий оптимизации минимален. Анализируя полученные данные, представленные в таблице 2, минимальное значение критерия оптимизации $\mathcal{E}=24367$ наблюдается при скорости вращения дискового режущего аппарата $V_{д}=0,5 c^{-1}$, толщине нарезанных дисков $\delta_{д}=4 мм$, скорости вращения шнекового измельчающего механизма $V_{ш}=0,083 c^{-1}$, зазора между корпусом измельчающего шнека и самим измельчающим шнеком $\delta_{шш}=0,9 мм$, при этом модуль помола рогов оленей северных $M_p=0,23 мм$, производительность $\Pi=2,7 кг/ч$, мощность $N_{п}=15,132 Вт$.

Таким образом, величина работы $A_{пр}$, затраченной на процесс переработки рогов оленей северных в готовый продукт в виде порошка в машине для резки и измельчения рогов оленей северных, будет находиться в пределах от 0,130325 до 0,184825 Дж*кг. Сравнение удельной энергоёмкости действующих измельчающих машин с разработанным опытным малогабаритным технологическим средством представлено на рисунке 18.

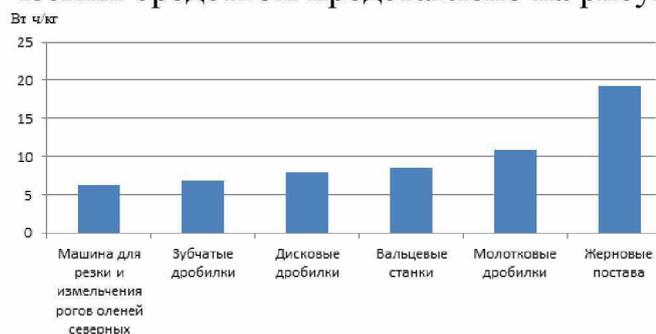


Рисунок 18 – Удельная энергоёмкость измельчающих машин, Вт ч/кг

Анализ данных, представленных на рисунке 18, позволяет сделать вывод, что предлагаемая машина для резки и измельчения рогов оленей северных обладает меньшей удельной энергоемкостью по сравнению с машинами, применяемыми в настоящее время для измельчения на современных предприятиях и в хозяйствах.

Соответствие технологии переработки рогов оленей северных с использованием устройства для срезания пантов оленя северного и машины для резки и измельчения рогов оленей северных существующим техническим условиям на порошок из пантов оленей северных № 9861-002-8802002134-2007 исследовалось путем гранулированного анализа продукта измельчения. Полученные результаты подтвердили данное соответствие техническим условиям.

Для практической реализации разработанной и запатентованной машины для резки и измельчения рогов был изготовлен цех по переработке пантов (рогов) оленей северных, представленный на рисунке 19.



Рисунок 19 – Мини-цех по переработке рогов оленей северных: 1 – машина для резки и измельчения рогов оленей северных; 2 – автоматический просеиватель; 3 – вытяжка

Расчитанные основные технико-экономические показатели выполненной работы доказывают целесообразность применения разработанного малогабаритного технологического средства в виде машины для резки и измельчения рогов домашнего северного оленя, чистая прибыль от внедрения которой составит 808136,03 рублей за счет увеличения производительности и снижения энергетических затрат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ существующих технологий, запатентованных конструкций резательных и измельчающих технологических средств механизации показал, что для совершенствования процесса заготовки и переработки рогов оленя северного в местах их заготовки обосновано использование модульного малогабаритного технологического средства механизации с полной переработкой рогов оленей северных в мелкую фракцию в виде порошка, так как существующее технологическое средство не удовлетворяет требованиям сельского хозяйства в арктических и северных территориях.

2. Разработана новая конструкция малогабаритной машины для резания и измельчения рогов оленей северных, на которую получен патент РФ № 2366190, и теоретически обоснована система математических моделей процесса резания дискового режущего аппарата и процессов измельчения трех рабочих зон шнекового измельчающего механизма, причем для модели измельчения модель резания задает начальные условия, что позволяет осуществлять прогноз производительности разработанной и запатентованной малогабаритной

машины для резания и измельчения рогов оленей северных в зависимости от рациональных конструктивных и технологических параметров рабочих органов машины.

3. Разработана методика проведения экспериментальных испытаний по определению физико-механических свойств рогов оленей северных и рациональных технологических параметров процесса резания и измельчения на изготовленной лабораторной установке, имитирующей работу запатентованной машины для резки и измельчения рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы.

4. Получены рациональные параметры процесса переработки рогов оленей северных на лабораторной установке, при этом минимальное значение критерия оптимизации энергетических затрат $\Theta=24367$ Вт*кг/ч при скорости вращения дискового режущего аппарата $V_{д}=0,5$ с⁻¹, толщине нарезанных дисков $\delta_{д}=4$ мм, скорости вращения шнекового измельчающего механизма $V_{ш}=0,083$ с⁻¹, зазора между корпусом измельчающего шнека и самим измельчающим шнеком $\delta_{шш}=0,9$ мм, при этом модуль помола рогов оленей северных составляет $M_p=0,23$ мм, производительность $\Pi=2,7$ кг/ч, мощность $N_{ш}=15,132$ Вт.

Определена работа $A_{шр}$, затраченная на процесс переработки рогов оленей северных в готовый продукт в виде порошка в машине для резки и измельчения рогов оленей северных, которая находится в пределах от 0,130325 до 0,184825 Дж*кг.

Установлены следующие габаритные размеры рабочих органов экспериментальной малогабаритной машины для резания и измельчения рогов оленей северных: максимальный наружный диаметр дисковых пил 140 мм; минимальный наружный диаметр дисковых пил 80 мм; толщина дисковых пил 2 мм; толщина регулировочных шайб 4 мм; длина дискового режущего аппарата 100 мм; длина шнекового измельчающего механизма 300 мм, из которой 100 мм – длина зоны среза, 100 мм – длина зоны раздавливания, 100 мм – длина зоны истирания. Высота витка на измельчающем шнеке для всех зон измельчения равна 2 мм. Ширина рабочей поверхности витка по зонам измельчения: зона среза 2 мм; зона раздавливания 6 мм; зона истирания 10 мм. Расстояние шага между витками измельчающего шнека 4 мм. Наружный диаметр шнекового измельчающего механизма 59,4 мм. Внутренний диаметр корпуса шнекового измельчающего механизма равен 60,3 мм.

Проведен сравнительный анализ машины для резки и измельчения рогов оленей северных с другими измельчающими машинами, установлено, что предлагаемая машина для резки и измельчения рогов оленей северных обладает наименьшей удельной энергоемкостью, находящейся в пределах от 5,213 до 7,393 Вт ч/кг по сравнению с машинами, применяемыми в настоящее время для измельчения на современных предприятиях и в хозяйствах.

Расчет экономической эффективности применения разработанной малогабаритной машины для резки и измельчения рогов оленей северных с дисковым режущим аппаратом и шнековым измельчающим механизмом в процессе переработки рогов оленей показал, что чистая прибыль предприятия составит

808136,03 рублей за счет увеличения производительности и снижения энергетических затрат.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Результаты исследования можно использовать в конструкторских бюро при разработке малогабаритного технологического средства для дробления и измельчения пантов при производстве порошков в сельскохозяйственном производстве, а также в учебном процессе вузов.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Предложенное малогабаритное технологическое средство для переработки рогов оленей северных с совмещенным дисковым режущим аппаратом и шнековым измельчающим механизмом может быть реализовано путем серийного производства и установки его в модульных мини-цехах.

Основные результаты диссертационного исследования

*Публикации в ведущих научных журналах, рекомендованных
ВАК Минобрнауки РФ*

1. Невзоров, В.Н. Совершенствование технологии переработки рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы / В.Н. Невзоров, В.И. Гаюльский, В.В. Беляев, А.А. Ефремов, **В.Н. Тепляшин** // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 6. – С. 254–259.

2. **Тепляшин, В.Н.** Определение физико-механических свойств пантов и рогов оленей северных домашних эвенкийской породы / В.Н. Тепляшин, Н.А. Дроздова // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 10. – С. 192–196.

3. Невзоров, В.Н. Влияние конструктивных и кинематических параметров шнекового измельчителя на качество получаемой продукции и производительность машины / В.Н. Невзоров, **В.Н. Тепляшин**, Н.А. Дроздова // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 12. – С. 127–132.

4. **Тепляшин, В.Н.** Моделирование технологического процесса измельчения рогов оленей северных шнековым измельчающим механизмом / В.Н. Тепляшин, С.К. Манасян, В.Н. Невзоров, М.С. Чуринова // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2017. – № 3. – С. 63–69.

5. **Тепляшин, В.Н.** Моделирование технологического процесса резания рогов оленей северных / В.Н. Тепляшин, С.К. Манасян, В.Н. Невзоров, М.С. Чуринова // Ползуновский вестник. – Барнаул, 2017. – № 4. – С. 81–85.

Патенты

1. Пат. 2511292 Российская Федерация, МПК А01К17/00. Устройство для срезания пантов оленя северного / **Тепляшин В.Н.**, Невзоров В.Н., Холопов В.Н., Дроздова Н.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет». – № 2012136094/13; заявл. 23.08.2012; опубл. 10.04.2014, Бюл. № 10. – 8 с.

2. Пат. 2408187 Российская Федерация, МПК А01К17/00. Устройство для обрезания рогов / Невзоров В.Н., Холопов В.Н., Самойлов В.А., **Тепляшин В.Н.**, Дугин П.В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Красноярский государ-

ственный аграрный университет». – № 2009112935/21; заявл. 06.04.2009; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1. – 8 с.

3. Пат. 2366190 Российская Федерация, МПК А22С17/06. Машина для резки и измельчения рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы / **Тепляшин В.Н.**, Невзоров В.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет». – № 2008109285/13; заявл. 11.03.2008; опубл. 10.09.2009.

4. Пат. 167976 Российская Федерация, МПК F24В1/02. Тепловой агрегат для сушки пантов / Невзоров В.Н., Самойлов В.А., Ярум А.И., Тепляшин В.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет». – № 2016123272; заявл. 10.06.2016; опубл. 13.01.2017, Бюл. № 2. – 4 с.

Публикации в иных печатных изданиях

1. **Тепляшин, В.Н.** Анализ конструкции машин и оборудования для дробления костей и рогов / В.Н. Тепляшин // Молодые ученые – науке Сибири: сб. ст. молодых ученых / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2008. – Ч. 2. – С. 177–179.

2. **Тепляшин, В.Н.** Ресурсосберегающая технология заготовки и переработки пантов оленей северных / В.Н. Тепляшин, В.Н. Невзоров, В.И. Гаюльский, П.В. Дугин // Инновации в науке и образовании: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы Всерос. очно-заоч. науч.-практ. и науч.-метод. конф. с междунар. участием. Ч. 2. Инновации в научно-практической деятельности / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – С. 83–85.

3. Невзоров, В.Н. Экспериментальные исследования по определению силы резания рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы / В.Н. Невзоров, Н.А. Дроздова, **В.Н. Тепляшин** // Инновации в науке и образовании: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы Всерос. очно-заоч. науч.-практ. и науч.-метод. конф. с междунар. участием. Ч. 2. Инновации в научно-практической деятельности / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – С. 106–111.

4. Невзоров, В.Н. Исследование динамики извлечения биологически активных веществ из рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы / В.Н. Невзоров, А.А. Ефремов, **В.Н. Тепляшин**, В.И. Гаюльский // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы Междунар. заоч. науч. конф. / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – С. 273–277.

5. Дугин, П.В. Разработка оборудования для обрезки пантов оленей северных домашних эвенкийской породы / П.В. Дугин, В.Н. Невзоров, В.Н. Холопов, В.А. Самойлов, **В.Н. Тепляшин** // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы Междунар. заоч. науч. конф. / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2011. – С. 242–244.

6. **Тепляшин, В.Н.** Методика экспериментальных работ по определению температурных показателей дисковой пилы при резании пантов / В.Н. Тепляшин, В.Н. Невзоров, Н.А. Дроздова // Инновации в науке и образовании: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы Всерос. очно-заоч. науч.-практ. и науч.-метод.

конф. с междунар. участием. Ч. 2. Инновации в научно-практической деятельности / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2011. – С. 13–16.

7. **Тепляшин, В.Н.** Разработка оборудования для срезки пантов оленей северных / В.Н. Тепляшин, В.Н. Невзоров // Проблемы современной аграрной науки: мат-лы Междунар. заоч. науч. конф. / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – С. 196–198.

8. **Тепляшин, В.Н.** Разработка технологии и средств механизации для заготовки рогов оленей северных / В.Н. Тепляшин, В.Н. Невзоров // Ресурсосберегающие технологии механизации сельского хозяйства: прил. к «Вестнику КрасГАУ». – Красноярск, 2015. – Вып. 10. – С. 76–78.

9. **Тепляшин, В.Н.** Разработка технологии и средств механизации переработки рогов оленей северных / В.Н. Тепляшин, В.Н. Невзоров // Ресурсосберегающие технологии механизации сельского хозяйства: прил. к «Вестнику КрасГАУ». – Красноярск, 2015. – Вып. 10. – С. 78–80.

10. **Тепляшин, В.Н.** Технология консервирования пантов оленей северных / В.Н. Тепляшин, В.Н. Невзоров // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы XIV Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 2. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – С. 119–124.

11. **Тепляшин, В.Н.** Заготовка рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы / В.Н. Тепляшин, В.Н. Невзоров, В.Н. Холопов // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий: мат-лы V Междунар. науч.-практ. конф. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2015. – С. 354–356.

12. Невзоров, В.Н. Инновационные проекты для переработки животноводческого и растительного сырья в Эвенкийском муниципальном районе Красноярского края / В.Н. Невзоров, **В.Н. Тепляшин**, И.В. Мацкевич, Д.В. Салыхов, Е.Н. Кожухарь // Социально-экономические и экологические аспекты развития регионов и муниципальных образований: проблемы и пути их решения: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – М., 2016. – С. 215–223.

13. Невзоров, В.Н. Технология и оборудование для переработки растительного и животноводческого сырья в арктических и северных территориях Сибири / В.Н. Невзоров, Е.Н. Кожухарь, **В.Н. Тепляшин**, Ш.Н. Акимов // Концепция устойчивого развития науки третьего тысячелетия: сб. науч. ст. – СПб., 2016. – С. 56–59.

14. **Тепляшин, В.Н.** Технология переработки пантов и репродуктивных органов оленей северных / В.Н. Тепляшин // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: Часть 2. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы XIV Междунар. науч.-практ. конф. (Красноярск, 19–21 апр. 2016 г.) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – С. 135–138.

15. **Тепляшин, В.Н.** Совершенствование технологии и оборудования для заготовки пантов северного оленя / В.Н. Тепляшин, В.Н. Невзоров, И.В. Мацкевич, В.А. Самойлов, М.С. Чуринова // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития. Ч. 2. Наука: опыт, проблемы, перспективы развития:

мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. (Красноярск, 18–20 апр. 2017 г.) / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – С. 116–119.

16. **Тепляшин, В.Н.** Разработка наукоемкой технологии заготовки рогов оленей северных / В.Н. Тепляшин, В.Н. Невзоров // Прикладные аспекты инноваций в биотехнологии: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. / Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. тех. ун-та, 2017. – С. 104–106.

17. Невзоров, В.Н. Разработка технологического оборудования для сушки пантов оленей северных / В.Н. Невзоров, **В.Н. Тепляшин**, В.А. Самойлов, И.В. Мацкевич // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Горно-Алтайск, 2017. – С. 360–362.

18. **Тепляшин, В.Н.** Оптимизация энергоемкости машины для переработки рогов оленей северных / В.Н. Тепляшин, В.Н. Невзоров, И.В. Мацкевич // Международные научные исследования. – М., 2017. – № 2. – С. 328–333.

19. Исследование и разработка технологии производства биологически-активных веществ из рогов домашнего северного оленя эвенкийской породы, выпуск опытной партии биологически активных веществ: отчет о НИР (заключ.) / Крас. гос. аграр. ун-т; рук. В.Н. Невзоров; испол. В.Н. Тепляшин [и др.]. – Красноярск, 2007. – 261 с.

Подписано в печать 16.04.2018. Формат 60x84 1/16.
Печать – цифровая. Усл.п.л. 1,39
Тираж 100 экз. Заказ 2018 – 74.

Отпечатано в типографии АлтГТУ,
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46
тел.: (8–3852) 29–09–48

Лицензия на полиграфическую деятельность
ПЛД №28–35 от 15.07.97 г.