

Оренбургский научный центр Уральского отделения РАН



На правах рукописи

Хлопко Юрий Александрович

**Технико-технологическое обоснование процесса механической
обработки кожного покрова животных**

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени доктора технических наук

Научный консультант –
Заслуженный деятель науки
и техники РФ, доктор
технических наук, профессор
Лев Петрович Карташов

Оренбург 2015 г.

Оглавление

Введение	5
1. Состояние проблемы, ее теоретическое и технологическое обоснование	12
1.1. Состояние и перспективы развития животноводства	12
1.2. Значение и влияние состояния кожного покрова животного на его продуктивность	19
1.3. Общая схема биотехнической системы процесса механической обработки кожного покрова животного	25
1.4. Разработка модели функционирования биотехнической системы (БТС)	35
1.5. Математическая модель функционирования БТС процесса механической обработки кожного покрова животного	40
1.6. Проектирование средств механической обработки кожного покрова животных	52
Выводы, цель и задачи исследований	54
2. Обоснование технико-технологического процесса механической обработки кожного покрова овец	58
2.1. Анализ проблем механической стрижки шерсти овец	58
2.2. Стрижка овец с позиции сложной биотехнической системы «человек – машина – животное»	60
2.2.1. Подсистема «человек – оператор»	61
2.2.2. Подсистема «машина»	65
2.2.3. Подсистема «животное»	79
2.2.4. Перспективные направления совершенствования процесса стрижки	81
2.3. Физико - механические свойства и особенности шерстного покрова овец	89

2.4. Анализ силового взаимодействия режущих элементов стригальной машинки с шерстным покровом овец	92
2.5. Лабораторные и производственные исследования с обоснованием режимно-эксплуатационных параметров предлагаемых решений	109
2.6. Результаты исследований предложенных решений	124
2.7. Экономическая эффективность предложенных решений	138
Выводы	143
3. Обоснование технико-технологического процесса механической обработки кожного покрова коз	146
3.1. Анализ проблем механического вычесывания пуха коз	146
3.2. Ческа коз с позиции сложной биотехнической системы «человек – машина – животное»	147
3.2.1. Подсистема «человек – оператор»	148
3.2.2. Подсистема «машина»	151
3.2.3. Подсистема «животное»	165
3.2.4. Перспективные направления совершенствования процесса чески пуха	170
3.3. Физико - механические свойства кожного покрова коз и их значение при разработке технических средств	173
3.4. Математическое моделирование силового взаимодействия вычесывающих элементов с кожно – пуховым покровом козы	179
3.5. Лабораторные и производственные исследования предложенных решений	188
3.6. Результаты исследований предложенных решений	197
3.7. Экономическая эффективность предложенных решений	206
Выводы	212
4. Обоснование технико-технологического процесса механической обработки кожного покрова КРС	215
4.1. Анализ механической обработки кожного покрова КРС	215
4.2. Обработка кожного покрова КРС с позиции сложной	

биотехнической системы «человек – машина – животное»	219
4.2.1. Подсистема «человек – оператор»	220
4.2.2. Подсистема «машина»	222
4.2.3. Подсистема «животное»	234
4.2.4. Перспективные направления совершенствования процесса обработки кожного покрова КРС	236
4.3. Физико - механические свойства кожного покрова КРС и их значение при разработке технических средств	239
4.4. Обоснование силового взаимодействия очищающих элементов с кожным покровом КРС	242
4.5. Лабораторные и производственные исследования предложенных решений	247
4.6. Результаты исследований предложенных решений	257
4.7. Экономическая эффективность предложенных решений	268
Выводы	274
Общие выводы	277
Список литературы	282
Приложение А	317
Приложение Б	335
Приложение В	353
Приложение Г	368
Приложение Д	380

Введение

Доктрина продовольственной безопасности, утвержденная Президентом России в 2010 г., предусматривает увеличение удельного веса собственного производства в обеспечении потребности в молоке не менее 90%, а мяса – 85%. Поэтому продовольственная безопасность России напрямую связана с уровнем развития отраслей агропромышленного комплекса, что в свою очередь зависит от применяемых технологий и технологического оборудования в животноводческой отрасли. К сожалению, в настоящее время животноводство страны далеко не в полной мере удовлетворяет потребность населения в качественных продуктах питания, а промышленность в сырье.

Прогноз развития животноводства на краткосрочную перспективу показывает, что поголовье КРС к 2020 г. должно увеличиться на 23%, производство молока на 22%, мяса на 38%, поголовье овец и коз на 29 %, а производство шерсти на 43%, к показателям 2012 года.

Учитывая изложенное, развитие животноводства возможно при переводе отрасли на более высокие технологии, при которых наиболее вероятно раскрытие и использование всего генетического потенциала животных. При этом необходимо обеспечить управление производственными процессами с учетом количества и качества конечной продукции.

Приоритетным направлением для эффективного производства продукции животноводства было и остается использование животных с высоким генетическим потенциалом. Сохранение, раскрытие и реализация генетического потенциала всего продуктивного периода жизни животного не возможно без комплексного подхода с учетом конкретных условий.

Одним из факторов определяющих качество получаемой продукции и влияющего на него, является процесс механической обработки кожного покрова животного (стрижка шерсти, вычесывание пуха, ветеринарно-

санитарная обработка кожного покрова КРС, подготовка вымени к машинному доению и т.д.).

Кожный покров животного выполняет огромную роль в его жизнедеятельности – защищает тело от широкого спектра внешних воздействий окружающей среды, участвует в дыхании, терморегуляции обменных процессов. Кроме того, кожный покров представляет собой массивное рецептивное поле, воздействуя на которое, можно позитивно влиять на эффективность ряда технологических процессов. Поэтому состояние и обработка кожного покрова – важный технологический компонент эффективного использования потенциала животного.

На решение спектра задач этого направления были обращены научные исследования по данной диссертационной работе. Работа выполнялась в соответствии с планом фундаментальных исследований РАН и РАСХН на период 2013 – 2020 годы по направлениям: «Методы анализа и синтеза многофункциональных механизмов и машин для перспективных технологий и новых человеко-машинных комплексов» и «Фундаментальные проблемы и принципы разработки интенсивных машинных технологий и энергонасыщенной техники нового поколения для производства основных групп продовольствия». По тематике Отдела биотехнических систем Оренбургского научного центра УрО РАН «Исследование сложных биотехнических систем совершенствование и разработка исполнительных механизмов системы «человек-машина-животное» гос. рег. № 01200306937 и «Исследование надежного функционирования сложных технологических и биотехнических систем» гос. рег. № 01201270757.

Общая научная проблема, на решение которой направлено исследование диссертационной работы - разработка закономерностей создания и функционирования машинных технологий и технических средств для обработки кожного покрова и обоснование на их основе принципов работы и методики определения оптимальных, конструктивных, эксплуатационных, энергетических параметров технических средств,

обеспечивающих увеличение животноводческой продукции и повышения ее качества.

Для решения сформулированной проблемы в нашей работе поставлена цель исследования - совершенствование технологии и технических средств механической обработки кожного покрова с.х. животных для повышения их продуктивности и качества получаемой продукции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

— на основании обзора научных исследований обобщить и дать оценку состояния проблемы механической обработки кожного покрова с.х. животных;

— теоретически обосновать качество механического воздействия, оказываемого на кожный покров, с позиций сложной биотехнической системы «человек – машина – животное»;

— обосновать перспективные направления по совершенствованию технологического процесса механической обработки кожного покрова и механических устройств для его осуществления;

— разработать математические модели функционирования системы «человек – машина – животное» в процессах механической обработки кожного покрова;

— предложить методики и критерии оценки качества выполняемых операций, оборудование и устройства для механической обработки кожного покрова;

— провести лабораторные и производственные исследования предложенных технических решений, оценить их технико-экономическую эффективность и качество выполняемого механического воздействия на кожный покров с.х. животных.

Объект исследования – технологии механической обработки кожного покрова с.х. животных и рабочий процесс технических средств для их осуществления.

Предмет исследования - закономерности и взаимосвязи, определяющие качество выполняемого механического воздействия на кожный покров с.х. животных.

Методика исследований. Теоретические исследования проводились на основе математического моделирования функционирования сложной биотехнической системы «человек – машина – животное» с использованием методов теоретической механики, дифференциального и интегрального исчисления, и численных методов. Лабораторные и производственные исследования выполняли с использованием контрольного и измерительного оборудования на физических моделях. Определение оптимальных параметров предложенных технических решений осуществляли путем проведения факторного эксперимента и анализа энергетических затрат. Результаты исследований обрабатывали методами математической статистики, регрессионного анализа с применением компьютерных программ в среде MathCAD 14, Microsoft Office Excel 2010, Statsoft STATISTIKA 10.

Научная новизна заключается в системном подходе к исследованию производственных процессов механической обработки кожного покрова животных и разработке математических моделей, обеспечивающих повышение количества и качества получаемой продукции, производительности труда обслуживающего персонала при механической обработке кожного покрова с.х. животных.

Наиболее важными результатами являются:

- математическая модель функционирования подсистем биотехнической системы «человек – машина – животное» на основе вероятностно – статистического принципа по схеме марковских процессов;
- концептуальные основы проектирования средств механической обработки кожного покрова животных;
- методы по определению энергетических параметров функционирования устройств механической обработки кожного покрова животных;

- методики и устройства для определения качества проведения процесса механической обработки кожного покрова;

- технико-технологические решения повышения качества и количества получаемой продукции процесса механической обработки кожного покрова.

Основные положения, выносимые на защиту:

- математическая модель состояния биотехнической системы процесса механической обработки кожного покрова;

- концептуально – экспериментальные основы проектирования средств (устройств) механической обработки кожного покрова сельскохозяйственных животных;

- теоретические положения по определению силового воздействия рабочих элементов устройств механической обработки с кожным покровом или его производными;

- методики и устройства для определения качества работы средств механической обработки кожного покрова;

- обоснование конструктивно – режимных параметров предложенных технических решений, результаты производственной проверки технологических решений и технических средств, оценка экономической эффективности использования разработанных технических решений.

Достоверность и обоснованность научных результатов обеспечиваются использованием апробированных методов исследования, сходимостью теоретических и экспериментальных исследований, патентными исследованиями, разработанными техническими решениями.

Практическая значимость результатов исследований. Предложенные технико – технологические решения механической обработки кожного покрова позволяют более полноценно использовать генетический потенциал животных.

Разработаны: режущий аппарат стригальной машинки, механическое ленточное устройство для вычесывания пуха коз, универсальное устройство для механической обработки кожного покрова животных; методика и

устройства для определения качества работы режущего аппарата стригальной машинки, методика оценки качества вычесывания пуха из пухошерстного покрова коз; методики и стенд для определения энергетических параметров устройств для механической обработки кожного покрова.

Предложен ряд программных продуктов, позволяющих на этапе проектирования анализировать работу режущего аппарата стригальной машинки и его силовое воздействие в начальный момент резания шерсти.

Предложенные технико-технологические решения могут быть использованы проектными организациями и предприятиями сельхозмашиностроения, при разработке стратегии развития АПК или отрасли животноводства.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на международных научно-практических конференциях: «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве» (г. Москва, ГНУ ВИЭСХ 1998, 2006); «Механизация, техника и технология сельского хозяйства на рубеже XXI века». (Дослідницьке, 2000); «Научно-технический процесс в животноводстве – машинно-технологическая модернизация отрасли» (г. Подольск, ГНУ ВНИИМЖ, 2004, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014); «Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві» XX ювілейна конференція в ННЦ «ІМЕСГ»(Глеваха, 2012). На региональных конференциях молодых ученых и специалистов (Оренбург, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002). На межвузовской научно-практической конференции «Решение проблем стабилизации сельскохозяйственного производства на современном этапе развития» (Оренбург, 1999).

Аналитический материал и инженерно – технические разработки отмечены дипломами: областных конкурсов НТТМ – 99, НТТМ – 2000; IX Московского международного салона инноваций и инвестиций Москва, ВВЦ, 2009); медалью ВВЦ (2002). Приложение Д.

Публикации по теме диссертации.

По теме диссертации опубликовано 48 работ, в том числе 12 в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 6 в описаниях к патентам на изобретения и полезную модель, 4 в описаниях к свидетельствах о государственной регистрации программы на ЭВМ, 14 в материалах международных конференций..

Структура диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованных источников (372 наименования) и приложений. Общий объем составляет 391 страницу, содержит 61 рисунок, 20 таблиц, 5 приложений.

1. Состояние проблемы, ее теоретическое и технологическое обоснование

1.1. Состояние и перспективы развития животноводства

Животноводство в сельском хозяйстве является ведущей отраслью – в ней производится более 51% валовой продукции сельскохозяйственного производства (в 1990 г. – 63,4%, в 2000 г. – 46,8%, в 2009 г. – 50,8%, в 2012 г. – 51%). Животноводческой отраслью производятся незаменимые продукты питания для населения, сырье для перерабатывающих отраслей народного хозяйства, качество и уровень обеспеченности которыми определяет качество и продолжительность жизни населения. Доктриной продовольственной безопасности, утвержденной указом Президента от 30 января 2010 г., предусматривается увеличение удельного веса собственного производства в обеспечении потребности в молоке до 90%, мясе – 85%. Фактически, в 2013 году страна обеспечивала себя зерном на 98,4% (по доктрине продовольственной безопасности этот показатель должен составлять минимум 95%), сахаром на 92,9% (не менее 80%), растительным маслом на 81,1% (не менее 80%), молоком и молокопродуктами на 76,6% (минимум 90%), рыбой на 78,2% (минимум 80%), мясом на 77,5% (не менее 85%) (по материалам Правительства РФ к заседанию по продовольственной безопасности 27 марта 2014 г.).

Следует отметить, что в животноводстве занято на постоянной основе более 5 млн. работников, что составляет порядка 25 % всего трудоспособного сельского населения.

Затраты населения страны на приобретение продуктов питания животного происхождения составляют примерно 50% от бюджета на питание (30,5 % - на мясо, 14,4 % - на молоко и молочные продукты) [201].

Все вышперечисленные показатели свидетельствуют о важном значении животноводства в народном хозяйстве государства.

По объемам производства продукции животноводства Российская Федерация значительно уступает передовым странам Запада [127].

В таблицах 1.1, 1.2 и 1.3 представлены сравнительные показатели:

1.1. Динамика производства продукции животноводства

Показатель		Россия	Германия	ЕС	США	
Площадь, км ² *		17125187	357021	4324782	9519431	
% площадей сельскохозяйственного назначения (среднее значение за 1990 – 2012 годы)**		13,22	49,03	47,03	45,43	
Занятость в сельском хозяйстве (% от общей занятости, средний за 2000 – 2012 годы)*		8,4	2	5,3	2	
Производство продукции животноводства, млн тонн по годам**	Молоко	1990	55,7/8,04***	31,31	151,04	67,0
		2000	32,3/4,71***	28,33	151,32	76,02
		2005	31,1/7,11***	28,45	149,87	80,25
		2010	31,84/8,16***	29,62	148,27	87,47
		2012	31,83/8,52***	30,51	150,99	90,86
	Говядина	1990	4,33/нд	2,11	10,23	10,47
		2000	1,89/нд	1,3	8,42	12,30
		2005	1,79/0,87***	1,17	8,09	11,19
		2010	1,72/1,11***	1,21	8,13	12,05
		2012	1,64/1,06***	1,15	7,69	11,85
	Свинина	1990	3,48/нд	4,46	19,58	6,96
		2000	1,58/нд	3,98	21,72	8,
		2005	1,57/0,86***	4,5	21,78	9,38
		2010	2,33/1,09***	5,49	22,95	10,18
		2012	2,56/1,07***	5,47	22,84	10,56

* По данным Всемирного банка, ** по данным FAOSTAT, *** по данным Росстата (в числителе – собственное производство, в знаменателе – импорт, нд – нет данных).

Для сравнения производства продукции животноводства нами выбраны: ЕС, Германия, США и Россия. Среди показателей выбраны наиболее существенные: производство молока, производство говядины и свинины.

Анализ приведенных данных показывает, что в России по сравнению с 1990 г. собственное производство молока сократилось на 43%, и

восстановить прежние показатели производства, к сожалению не удастся на протяжении 10 – 12 лет, но при этом экспорт молока (молочных продуктов) составляет в среднем 7,93 млн. тонн молока в год (заметна тенденция к увеличению этого показателя), что составляет порядка 25 % от собственного производства, что противоречит доктрине продовольственной безопасности.

1.2. поголовье скота и птицы в хозяйствах всех категорий (млн. голов)

	1990	2000	2005	2010	2013
КРС	57,0	27,5	21,6	20	19,6
В т.ч. коровы	20,5	12,7	9,5	8,8	8,7
Свиньи	38,3	15,8	13,8	17,2	19,1
Овцы и козы	58,2	14,9	18,6	21,8	24,3
Птица	нд	340,7	357,5	413,2	448,8

1.3. Производство скота и птицы на убой (в убойном весе) и молока в хозяйствах всех категорий (в млн. т)

	1990	2000	2005	2010	2013
Молоко	55,72	32,26	31,07	31,84	30,53
КРС (говядина)	4,33	1,89	1,81	1,73	1,63
Свиньи	3,48	1,58	1,57	2,33	2,82
Овцы и козы	0,39	0,14	0,15	0,18	0,19
Птица	1,8	0,77	1,39	2,85	3,83

В 2000 – 2012 годах в России производство говядины по сравнению с 1990 г. сократилось на 60%, а свинины на 42,% [276, 277, 278]. Импорт продукции в среднем составляет 57,6 % говядины и 50 % свинины от объемов собственного производства, что обуславливает зависимость от зарубежных производителей и ставит под удар продовольственную безопасность России.

В то же время в Германии за последнее десятилетие, производство молока остается практически на одном уровне, отклонение от среднего объема производства с 2000 г. по 2012 г. не превышает 4,3 %. Объем произведенного молока в 2012 г. составил 97,4 % по сравнению с 1990 г., при этом Германия обеспечивает потребности населения в молоке более чем на 100 %.

Площадь земель сельскохозяйственного назначения в России на 230 тыс. км² больше площади земель с.х. назначения всего Евросоюза, но производится в ЕС в среднем: молока в 4,7 раза, говядины в 4,8 раза, свинины в 11,1 раза больше чем в России.

Еще один не маловажный момент: численность занятого в сельскохозяйственном производстве населения (% от общей занятости) в России в 4,2 раза больше чем в Германии и США, и в 1,6 раза больше чем в среднем по всему Евросоюзу.

Причин такого состояния животноводства множество: ошибочные решения при проведении аграрной политики, сокращение объемов инвестиций в развитие отрасли, низкий уровень дотации и господдержки, сокращение поголовья скота, низкая продуктивность животных из-за широкого применения экстенсивных технологий.

Животноводство России находится в состоянии стагнации или медленного выхода из экономического кризиса, в результате чего наблюдается уменьшение производства всех видов продовольствия и поголовья животных, сокращение в отрасли более 2,5 млн. рабочих мест, практическое отсутствие отечественного сельскохозяйственного машиностроения и базы ремонта с техническим обслуживанием, сильная зависимость от поставок техники зарубежными компаниями, значительное снижение технической оснащенности ферм, низкая рентабельность и конкурентоспособность получаемой продукции.

К важным факторам, замедляющим достижения высоких показателей производства животноводческой продукции, можно отнести нарушение

оптимальных сроков проведения необходимых технологических операций по содержанию и обслуживанию животных без учета их физиологического состояния, неоптимальное планирование производственных мероприятий [202].

Таким образом, для любой подотрасли животноводства можно сформулировать общие задачи: повышение производительности труда, снижение себестоимости производимой продукции, увеличение объемов производства за счет увеличения поголовья скота и его продуктивности, выход на более высокий уровень качества получаемой продукции, что в итоге позволит повысить конкурентоспособность продукции.

По данным ВНИИМЖа [127], прогнозируется увеличение поголовья всех видов животных, а так же их продуктивности к 2020 году (табл. 4).

1.4. Прогноз развития животноводства на краткосрочную перспективу

Показатели	Годы		
	2012	2015	2020
Поголовье крупного рогатого скота, млн .гол.	23,8	25,84	29,23
в том числе коров	9,0	9,0	9,0
Производство молока, млн. т	37,0	40,0	45,0
Производство мяса крупного рогатого скота, млн. т	2,16	2,51	2,98
Поголовье свиней, млн. гол.	20,5	35,0	45,0
Производство мяса свиней, тыс. т	2,40	2,72	3,90
Поголовье овец и коз, млн. гол.	23,5	25,0	28,0
Производство мяса овец и коз, тыс. т	0,18	0,2	0,22
Производство шерсти, тыс. т	58,7	68	84
Производство мяса птицы, млн. т	3,1	3,5	4,25
Производство мяса всего, млн. т	7,88	8,98	11,45

Прогноз развития животноводства на краткосрочную перспективу показывает, что поголовье КРС к 2020 г должно увеличиться на 23%, производство молока на 22%, мяса на 38%, поголовье овец и коз на 29 %, а производство шерсти на 43%, к показателям 2012 года. К сожалению, пока этот прогноз не оправдывается.

Основу системы животноводства составляют технологии производства. Рациональная технология – это комплекс производственных приемов по разведению, кормлению, содержанию и использованию животных,

обеспечивающих их высокую продуктивность при низкой себестоимости продукции. Технология производства животноводческой продукции очень сложна, поскольку заготавливаемое сырье (корма) перерабатывается живыми организмами, которые, в свою очередь, обслуживаются целыми комплексами технического оборудования.

Переход на рациональные технологии связан с инновационной деятельностью. Инновационная деятельность, применительно к животноводству, означает совокупность последовательно осуществляемых действий по созданию новой или улучшенной животноводческой продукции, усовершенствованной технологии и организации ее производства, на основе использования результатов научных исследований и разработок или передового производственного опыта с целью модернизации производства и выхода на новые рынки.

Учитывая изложенное, развитие животноводства возможно при переводе отрасли на более высокие технологии, при которых возможно раскрытие и использование всего генетического потенциала животных. При этом необходимо обеспечить возможность управления производственными процессами с учетом количества и качества конечной продукции.

Известно, что из общего количества управляемых параметров наиболее важными являются: механизированные процессы, система кормления, микроклимат и ландшафтные условия, ветеринарное обеспечение, содержание животных, кадровое обеспечение, породы и племенное хозяйство.

Роль каждого из перечисленных параметров зависит от применяемых технологий, а в целом их можно разделить по трем группам: биологические ресурсы, технологические ресурсы и кадровые ресурсы. По многочисленным исследованиям зарубежных и отечественных исследователей роль этих ресурсов оценивается как 30 %, 40%, 20% соответственно (рис. 1.1).

Но при этом в структуре себестоимости получаемой продукции по 10% затрат приходится на биологический и кадровый ресурсы, а 80 % на

технологический ресурс, при этом и доход приносимый ресурсом тоже максимальный до 40 %.

Биологический ресурс	Технологический ресурс	Кадровый ресурс
30%	40%	20%
Генетика стада	Рабочий процесс	Товаропроизводители
Формирование стада Модернизация племенного сектора Комплектация стада	Кормовая база Система содержания Ветеринарный сервис Техника и энергоёмкость	Обучение Повышение квалификации Стажировки Стимулы
Эффективность		
10% в себестоимости – 30% дохода	80% затрат в себестоимости – 40% дохода	10% затрат + социум – 20% дохода

Рис. 1.1. Роль ресурсов в интенсивном животноводстве

Поэтому возникает задача – минимизировать затраты на технологические ресурсы и повысить эффективность функционирования всех рассмотренных ресурсов для всей отрасли животноводства.

Решение этой непростой задачи возможно только при комплексном рассмотрении сложной биотехнической системы «человек – машина – животное». Большой вклад в изучение надежности функционирования всей системы целиком и отдельных ее звеньев внесли: Л.П. Карташов, В.Ф. Королев, Ю.А. Цой, Л.П. Кормановский, С.А. Соловьев, А.А. Арюшин, В.Г. Коба, В.В. Кирсанов, М.М. Луценко, В.Ф. Ужик, П.И. Огородников, В.Д. Поздняков и др. ученые. В их работах достаточно подробно рассмотрены практически все аспекты функционирования системы, сформулированы факторы, определяющие ее эффективность, даны их качественная и количественная оценки. Во всех исследованиях отмечается, что функциональное состояние звена «животное» (здоровье животного) – одно из основополагающих. Это и понятно, так как биологический ресурс составляет всего 10% в себестоимости, но приносимый доход составляет порядка 30%.

Тем не менее, не все значимые ресурсы функционирования биотехнической системы исследованы в полном объеме. Не достаточно полно изучено влияние кожного покрова животного на его самочувствие и как следствие продуктивность. Тогда как многие технологические процессы предусматривают механическое воздействие на кожный покров животного (стрижка овец, вычесывание пуха, ветеринарно-санитарная обработка кожного покрова КРС, подготовка вымени к машинному доению).

1.2. Значение и влияние состояния кожного покрова животного на его продуктивность

Одним из важнейших факторов, влияющих на качество и количество получаемой продукции, а также определяющих физиологическое состояние животного является кожный покров. Кожный покров (cutis) представляет собой прочную оболочку тела животного, с широко развитой в ней кровеносной и нервной системами. Кожа играет огромную физиологическую роль и в первую очередь через нее осуществляется постоянный контакт организма со средой обитания. Многочисленные чувствительные окончания воспринимают термические, механические, световые и болевые раздражения.

Немаловажную роль отводят коже, как выделительному органу, участвующему в обмене веществ и энергии, способствующего поддержанию температурного режима, осуществлению дыхательных функций, исключению проникновения внутрь инфекционных микроорганизмов.

Важно отметить роль кожи в ветеринарной клинике, как объекта при постановке диагноза заболевания животных.

Трудно переоценить функции кожи (рис. 1.2) в процессе жизнедеятельности. Важность состояния кожного покрова объясняется многообразием функций кожи: защитных, выделительных, терморегулирующих и анализаторских. Через кожу непрерывно осуществляется рефлекторная связь организма с внешней средой. Кожный

покров воспринимает воздействия внешней среды, обладая целым набором рецепторов (температуры, давления, боли) расположенных в эпидермисе, трансформирует их в нервный процесс или в явление нервного возбуждения, тем самым защищает организм животного. Наличие сети нервных окончаний в кожном покрове обеспечивает передачу внешних раздражений через мозговые центры различным органам и системам организма, влияя тем самым на их функции. В ответ на эти раздражения происходят изменения самого кожного покрова, он адаптируется к внешним воздействиям, путем включения сложных механизмов защиты. Это в свою очередь повышает противостояние всего организма животного к различным негативным воздействиям окружающей среды.



Рис. 1.2. Функции кожного покрова КРС

Для обеспечения полноценного выполнения кожным покровом своих функций требуется соответствующий уход за ним.

Для обоснования возможности механизированной обработки следует детально представлять строение и свойства кожного покрова.

Кожа образует наружный слой животного, повторяющий рельеф мышц и костей. У крупного рогатого скота кожа составляет 3–8 % от общей массы животного (табл. 5).

1.5. Цифровые данные, характеризующие кожу животных (по Ю.Т. Техверу)

Вид животных	Масса кожи, кг	% от массы тела	Площадь, дм²	Толщина кожи, мм
Корова	20 - 40	6 - 7	380 - 620	3 - 4
Теленок		11 - 12		4,5 - 6
Овца	1,5 - 2,5	5 - 7,3	60 - 80	0,7 - 2
Лошадь	8 - 20	5	105 - 340	1 - 7

У быка масса шкуры может быть в пределах 60–80 кг, толщина ее колеблется от 3 до 6 мм. В кожном волосяном покрове различают следующие слои:

- надкожница (эпидермис) – наружный слой определяет цвет кожи, на нем растут волосы;

- дерма (собственно кожа), образуемая: пилярным слоем, в котором находятся сальные и потовые железы, корни волос в волосяных фолликулах, мышцы – подниматели волос, множество кровеносных, лимфатических сосудов, а так же нервных окончаний и сетчатым слоем, состоящим из сплетения коллагеновых и незначительного количества эластичных волокон;

- подкожная основа (подкожный слой), представленный рыхлой соединительной и жировой тканью.

К производным кожного покрова относят потовые, сальные, молочные железы, копытца, мякиши, рога, волосы, носогубное зеркало.

Внешний вид, консистенция, температура и чувствительность кожного покрова и его производных отражают физиологическое состояние обмена веществ и функционирование ряда систем организма животного.

Кожный покров тела имеет свои области, свой рельеф, свою «географию». Клетки эпидермиса кожи постоянно отмирают и пластинки рогового слоя слущиваются. Поверхность кожи постоянно «удобряется» продуктами выделения сальных и потовых желез. Потовые железы обеспечивают микроорганизмы обитающие на поверхности кожного покрова солями и органическими соединениями, в том числе азотсодержащими. Выделения сальных желез богаты жирами.

Микроорганизмы заселяют главным образом участки кожи, покрытые волосами и увлажненные потом. На участках кожи, покрытых волосами, находится около $1,5 \cdot 10^6$ клеток/см². Некоторые виды характерны только для строго определенных участков.

Обычно на коже преобладают грамположительные бактерии. Типичными обитателями кожи являются различные виды *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Propionibacterium*, *Corynebacterium*, *Brevibacterium*, *Acinetobacter*.

Для нормальной микрофлоры кожи характерны такие виды *Staphylococcus*, как *St. epidermidis*, но так же встречается и *St. aureus*, развитие которого свидетельствует о неблагоприятных изменениях микрофлоры кожного покрова и организма в целом. Представители рода *Corynebacterium* иногда составляют до 70% всей кожной микрофлоры. Некоторые виды являются липофильными, т. е. образуют липазы, разрушающие выделения жировых желез.

Большинство микроорганизмов, населяющих кожу, не представляют какой-либо опасности для хозяина, но некоторые, и прежде всего *St. aureus*, условно патогенны.

Нарушение нормального сообщества бактерий кожи может иметь неблагоприятные последствия для макроорганизма.

На кожных покровах микроорганизмы подвержены действию бактерицидных факторов сального секрета, повышающих кислотность (соответственно значение pH снижается). В подобных условиях живут преимущественно *Staphylococcus epidermidis*, микрококки, сарцины, аэробные и анаэробные дифтероиды. Другие виды – *St. aureus*, гемолитические и негемолитические стрептококки и др. – целесообразнее рассматривать как транзиторные. Основные зоны колонизации – эпидермис (особенно роговой слой), кожные железы (сальные и потовые) и верхние отделы волосяных фолликулов. Микрофлора волосяного покрова идентична микрофлоре кожи.

Кожа постоянно загрязняется отжившими клетками эпидермиса, кожными выделениями, пылью, и грязью. Надолго задерживаясь на коже, скапливаются в ее складках и морщинах. Загрязненная кожа служит благоприятной средой для патогенных микроорганизмов [57] А это в свою очередь приводит к нарушению целостности кожного покрова, и как следствие – проникновение патогенных микроорганизмов в кровь и различным кожным заболеваниям. Закупорка потовых желез – снижает терморегулирующие функции.

Ухудшаются так же рецепторные и секреторные функции – специфические иммунные тела и лизоцим хуже образуются.

Результатом не полноценного функционирования кожного покрова является снижение продуктивности животного, снижение качества получаемой продукции, заболевания и выбраковка (не полное использование генетического потенциала).

Напротив – полноценная механическая обработка кожного покрова позволяет освободить ее от загрязнений, чешуек эпидермиса, выпавших волос, микроорганизмов и паразитов.

При регулярной механической обработке кожного покрова осуществляется массажное воздействие на кожу, раздражаются рецепторы, освобождаются протоки потовых желез, повышаются кровоснабжение

кожного покрова и общий тонус организма. Через механическое раздражение кожных рецепторов центральная нервная система рефлекторно перестраивает работу отдельных органов и организма животного в целом.

При плохом уходе за кожей на ней обнаруживают накожных паразитов: вшей, чесоточных клещей и власоедов. Отсутствие ухода сопровождается закупоркой потовых и сальных желез, раздражением кожи, зудом, снижением теплорегуляторной функции ее и нарушением обмена веществ в организме [349].

Содержание животных в плохих санитарных условиях приводит к загрязнению кожного покрова навозом и грязью, а также способствует возникновению инвазионных и воспалительных заболеваний. К инвазионной группе заболеваний относят: тейлероз, анаплазмоз, арханоз, домедкоз, энтомоз, пироплазмоз и др. заразные болезни, возбудителями которых являются животные организмы (гельминты, паукообразные, насекомые и простейшие). Животные заражаются этими болезнями контактно (при соприкосновении здорового животного с больным, а также через предметы ухода), посредством кровососущих членистоногих (клещей). К группе воспалительных заболеваний относятся: мастит, миозит, экзема, дерматит, фурункулез и др. заболевания. Они возникают при неправильном содержании животных, плохом санитарно – гигиеническом состоянии кожного покрова, отсутствии систематической очистки кожи животных. Но при надлежащем уходе за кожей животного повышается общая сопротивляемость организма внешним воздействиям.

Исходя из вышеизложенного, напрашивается вывод о необходимости регулярной механической обработки кожного покрова. Полноценная механическая обработка позволяет освободить кожу от загрязнений, чешуек эпидермиса, выпавших волос, микроорганизмов и паразитов, получать качественную продукцию (шерсть, пух).

Через механическое раздражение кожных рецепторов, центральная нервная система рефлекторно перестраивает работу отдельных органов и организма животного в целом.

Нормализуется теплообмен, обмен веществ, на 10 – 15 % повышается газообмен. И как результат перестройки (нормализации) обменных процессов, у животных наблюдается улучшение аппетита, отмечается лучшая усвояемость питательных веществ из корма, повышается продуктивность. Так в работах профессора Е.А. Богданова [58] отмечается, что у дойных коров при систематическом механическом воздействии на кожный покров (очистке) коров, удои возрастают на 7 – 12 %, при этом жирность молока увеличивается на 0,1 – 0,3 абс. %. По данным микробиологов Бакгауза и Конгейма, в 1 мл молока коровы с нечищенным кожным покровом насчитывается от 170 тыс. до 2 млн. микробов, в то время как у коровы с чистым кожным покровом всего 20 тыс., а при систематической чистке животного их количество снижается до 3 тыс. микробов в том же объеме.

1.3. Общая схема биотехнической системы процесса механической обработки кожного покрова животного

Практически каждый технологический процесс в механизации животноводства состоит из отдельных, выполняемых последовательно операций, которые регламентированы зоотехническими, зооветеринарными, санитарными и организационно – техническими требованиями. Рабочий процесс, как правило, представляет собой совокупность взаимоувязанных по времени и условиям выполнения операций, посредством которых производится продукция с заданными свойствами. Операция, в свою очередь, представляет собой часть рабочего процесса, приводящая к изменению первоначального состояния животного, машины, и т.д. Совокупность всех операций взаимодействия подсистем обеспечивает процесс функционирования биотехнической системы в целом.

Оператор биотехнической системы может воздействовать на животное посредством машин и оборудования. Тогда животные становятся одновременно предметом и средством труда. В другом случае – животное используется неоднократно (производство молока, шерсти, пуха и т.д.), поэтому очень важно соблюдать все аспекты взаимодействий, которые реализуются комплексом организационно–технических операций, соединяющих в производственный процесс оператора, техническое средство и животных.

Создание биотехнических систем связано с решением сложных задач по проектированию и анализу функционирования [312], поэтому необходимо обобщение и систематизация знаний и практических приложений, применение фундаментальных теоретических и экспериментальных методов исследований.

Нами разработана и предложена структурно-функциональная схема процесса механической обработки кожного покрова (рис. 1.3).

Схема наглядно демонстрирует взаимодействие всех звеньев сложной биотехнической системы в процессе механической обработки кожного покрова вида «человек-машина-животное» (ЧМЖ). Анализируя связи между звеньями, а так же опираясь на предыдущие исследования отечественных и зарубежных ученых [38, 79, 88, 122, 137, 141, 154, 193, 213, 231, 298], можно сделать некоторые обобщения. В процессе функционирования системы звенья системы и сама система в целом подвергаются разнообразным воздействиям, подчас не всегда благоприятным, в результате чего, работа системы не является всегда эффективной. Неблагоприятные взаимодействия звеньев возникают в результате нарушений в системе, негативные последствия которых представлены на рис. 1.4.

Для предотвращения нарушений необходимо иметь четкое представление о структуре системы, особенностях функционирования отдельных звеньев, их взаимосвязях и возможных последствиях.

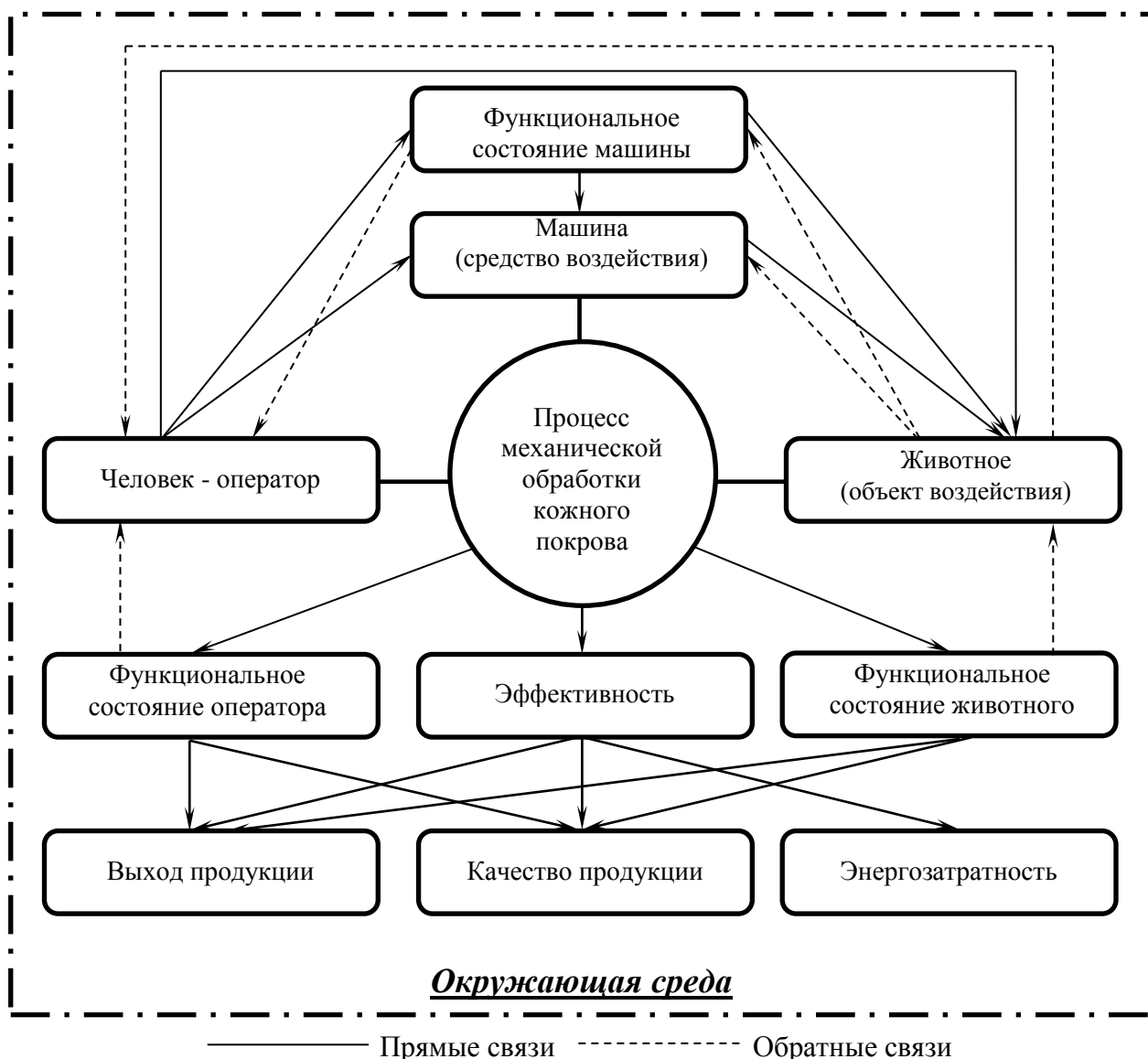


Рис. 1.3. Структурно-функциональная схема процесса механической обработки кожного покрова

Система ЧМЖ состоит из трех видов подсистем (звеньев) – двух биологических (человек-оператор и животное) и одного технического (машина, механизм, техническое устройство). Определив роль и место каждого из звеньев в системе можно определить: основные направления по совершенствованию их функционирования, проблемные и сдерживающие факторы развития, методы поиска новых технических решений с позиции их совершенствования.

Роль и место животных в системе ЧМЖ подробно рассматривают в своих исследованиях Л.П. Карташов, Э.П. Кокорина, В.Ф. Ужик,

Л.П. Кормановский, С.А. Соловьев и др. ученые [62, 69, 83, 137, 141, 153, 154, 156, 298, 304, 361].



Рис. 1. 4. Негативные последствия при нарушении режимов эксплуатации системы «Ч-М-Ж»

Так, например, В.П. Ожигов [213] считает, что при проектировании и эксплуатации биотехнических систем вида ЧМЖ практически не учитываются две особенности. Первая - животные в производственных процессах чаще всего рассматриваются как предмет и средство труда, хотя на самом деле являются активными биологическими звеньями и носителями высокой генетической и нервной информации, используя которую нужно добиваться полноценной реализации заложенного в животных потенциала. Вторая – этология домашних животных как наука сформирована не до конца, нами не изучены в полной мере сложные формы поведения животных в искусственной среде обитания, создаваемой человеком. Формы поведения сильно ограничиваются в условиях жестких организационных и технологических рамок животноводческого предприятия. Из-за этого для всестороннего изучения необходимо обращать пристальное внимание на

индивидуальные поведенческие реакции, определяя и регистрируя даже отдельные элементы поведения животного. Конечно, это не обеспечивает полноценную оценку животного как звена системы ЧМЖ, но позволяет получить объективную информацию о животном для эффективной работы системы в целом.

Л.П. Карташов и С.А. Соловьев в своей работе [283] отмечают: «С общей точки зрения можно следующим образом определить те показатели (характеристики) биологического звена, которые нуждаются в управлении: это переменные существенные для поддержания длительного устойчивого состояния системы, вместе с тем способные принимать субоптимальные или, в критических ситуациях физиологически недопустимые значения. Оптимальные значения таких переменных и их диапазоны могут чрезвычайно сильно варьироваться для разных организмов и даже для разных состояний одного организма».

Многие из таких переменных для механической обработки кожного покрова невозможно определить используя количественные показатели, поэтому мы предлагаем более широко использовать инженерные методы при изучении животного как подсистемы ЧМЖ. Выявление закономерностей трансформации этих переменных – важная задача при изучении функционирования биотехнической системы ЧМЖ. Нами предлагаются научные направления исследований подсистемы «животное» для процесса механической обработки кожного покрова (рис. 1.5).

Как правило, большинство разрабатываемых технологий и технологическое оборудование (машины для «обслуживания») для животных недостаточно увязаны с ними с физиологической точки зрения [229, 259]. Кроме того, исследователи не всегда рассматривают животных как звено системы с высокой генетической и нервной информацией, и как результат, животное рассматривается не как целостный объект исследования, а отдельно инженерный и отдельно – биологический [138, 300]. Не всегда приводят к успеху и попытки компенсировать несоответствие технического

звена физиологическим процессам, инстинктивным потребностям и естественным поведенческим реакциям звена «животное».

Модели звена и его элементов	Модель кожного покрова	Определение количественных и качественных характеристик звена
Инженерные методы расчета звена и его элементов	Модель силового взаимодействия рабочих элементов машины с кожным покровом	- разработка методов по оценке качества работы машин
Оценка интенсивности воздействия и ответной реакции звена	Модель силового взаимодействия с шерстным покровом в момент начала резания	- установление биологических параметров для технологий и технологического оборудования
Способ оценки машин по биологическим параметрам системы	Модель вычесывания пуха из шерстно-пухового покрова	- разработка средств позволяющих сохранить и развивать биологический потенциал животных
Способ отбора животных	Модель силового воздействия на производные кожного покрова	- определение порога болевой чувствительности

Рис. 1.5. Научные направления при исследовании звена «животное» для процесса механической обработки кожного покрова

Рассматривая место и роль звена «животное» в сложной биотехнической системе, необходимо четко представлять значение и влияние второго биологического звена – человека-оператора. Оператор контролирует, корректирует, управляет практически всем процессом функционирования системы: воспринимает информацию, сопоставляет полученную

информацию с оптимальными параметрами работы системы, анализирует, проверяет различные показатели и принимает решение по двум звеньям системы «машина» и «животное». При этом постоянно оценивает эффективность принятых решений для каждого конкретного животного (группы животных). Это сложные и ответственные взаимодействия между человеком-оператором и животным. Поэтому необходимо при изучении и проектировании систем вида ЧМЖ уделять внимание следующим проблемным вопросам:

- инженерно-психологическим основам проектирования системы ЧМЖ [130, 184, 286];
- инженерно-психологическим требованиям к технике и рабочему месту оператора [131, 248];
- психолингвистическим аспектам общения человека оператора в системах с пассивной деятельностью (оператор наблюдатель) и активной деятельностью (оператор – исполнитель) [70];
- инженерно-психологической оценки функционирования системы с участием оператора [354];
- функциональной надежности операторов и способам ее повышения [98, 160];
- общей характеристики анализаторов оператора;
- памяти и оперативного мышления;
- сенсорно-моторной характеристики человека-оператора;
- физической и психологической реабилитации активного и пассивного оператора [130, 305, 306];
- разработки нормативной документации по профессиональному отбору операторов;
- разработки профессиограмм трудовой деятельности;
- обоснования и создания обучающих программ, виртуальных моделей трудовой деятельности, методик квалификационной оценки уровня профмастерства [70, 160];

- разработке методов рациональной трудовой деятельности исполнителей, распределений функциональных обязанностей в системах ЧМЖ [219];
- обоснования и разработке специальных информационно-контролирующих и обучающих средств.

Особое внимание следует обратить на повышение функциональной надежности оператора, совершенствование его квалификации и подготовки. Это возможно лишь при использовании обучающих устройств, программ, контролирующих механизмов.

Цель процесса управления всей системой ЧМЖ оператором может быть определена как направленное воздействие непосредственно или с помощью технического звена системы на объект (животное) для достижения нужного эффекта при возникновении возмущающих воздействий внешней среды и возникновения внутренних препятствий.

В зависимости от взаимодействий и целенаправленных воздействий для достижения поставленных перед системой ЧМЖ задач, необходимо разрабатывать и технические управляемые и управляющие средства. С учетом особенностей системы, о которых говорилось ранее, нужно создавать технические решения с учетом перехода от парадигмы «обслуживания» животных к парадигме функциональной вовлеченности их в технологические процессы как активных биоэнергетических звеньев [141]. Разрабатывая машины и устройства для системы ЧМЖ необходимо использовать различные методы поиска или синтеза технических решений позволяющих воплощать указанный переход (рис. 1.6.).

В целях многостороннего испытания опытных образцов разрабатываемых конструкций целесообразно создание специальных лабораторных многофункциональных стендов [85]. На таких стендах, возможно, имитировать изменение различных (основных) физиологических характеристик отдельных групп животных. Использование стендов сокращает время на отработку конструктивных схем исполнительных

механизмов, доработку машин и проведение лабораторных испытаний, а так же позволяет выявить «слабые» места конструкции или отдельных элементов.

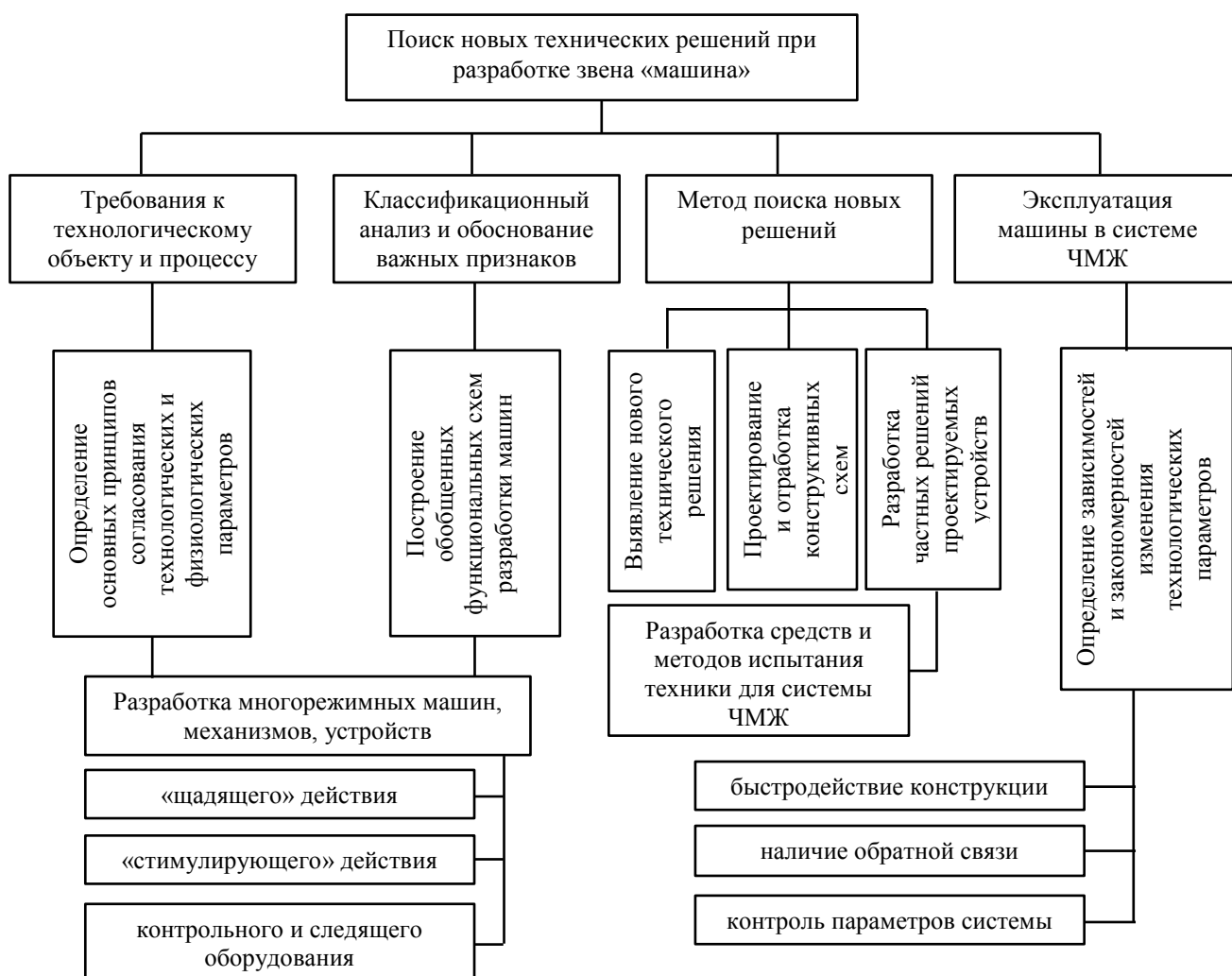


Рис. 1.6. Методы поиска новых технических решений при разработке звена «машина»

Рассматривая процесс механической обработки кожного покрова животного, мы выявили общие (для каждого из процессов: стрижки овец, чески пуха коз, ветеринарно-санитарной обработки кожного покрова КРС, массаж вымени) параметры функционирования звеньев (рис. 1.7). Для звена «человек – оператор» характерны и значимы: возраст, профессиональный уровень, степень подготовленности, физическое и эмоциональное состояние, мотивация деятельности. Для звена «машина»: надежность, техническое

состояние, соответствие технологическим требованиям, энергозатратность, стоимость. Для звена «животное» характерны: порода, условия содержания, кормление, половозрастные характеристики. Исходя из этого, каждое составляющее звено, представляется нами как отдельно функционирующая подсистема.

<i>Человек - оператор</i>	<i>Машина (средство воздействия)</i>	<i>Животное (объект воздействия)</i>
<u>Параметры функционирования</u>		
Возраст Профессиональный уровень Степень подготовленности Физическое и эмоциональное состояние Мотивация деятельности	Техническое состояние Соответствие технологическим требованиям	Порода Условия содержания Кормление Половозрастные характеристики
<u>Энергетические затраты</u>		
Труд средней тяжести – 12360 – 13827 кДж Тяжелый труд – 14246 – 16131 кДж Особо тяжелый труд – 16131 – 17589 кДж	Определяется видом привода (электрический, пневматический, гидравлический) Техническое состояние	Определяется в процессе воздействия (стрессоустойчивость) Питательность кормов Микроклимат
<u>Риски</u>		
Заболевания, связанные с проф. деятельностью (до 60 – 75 % при стрижке), потеря трудоспособности при несоблюдении техники безопасности	Стоимость Надежность Рабочий ресурс Ремонтопригодность	Снижение продуктивности Травмирование в процессе воздействия Выбраковка и убой

Рис. 1.7. Параметры функционирования звеньев биотехнической системы при механической обработке кожного покрова

Наряду с параметрами функционирования, важную роль играют факторы энергоемкости каждого звена и возможные риски, нарушающие эффективное функционирование системы в целом или отдельных ее звеньев.

Оценить работу всей системы в целом позволяет теория исследования операций и системный анализ функционирования сложных биотехнических систем. В результате использования формализованных функциональных и информационных методов, возможно разработать и получить модели функционирования, управления системы в целом и отдельных ее звеньев. В качестве определяющих целевых функций выступают: максимальный выход продукции, качество продукции, минимизация энерго- и трудовых затрат, минимизация рисков функционирования системы и их последствий.

Вместе с тем представляется очень важным определить границы автономности каждой из рассматриваемых подсистем, с тем, чтобы учесть в какой мере возможно управление подсистемой для достижения целевых функций.

1.4. Разработка модели функционирования биотехнической системы (БТС)

Анализ разработок и исследований [39, 54, 83, 153, 199] показывает, что процесс механической обработки кожного покрова с.х. животных можно и следует рассматривать как сложную биотехническую систему (рис. 1.8):

Вверху системы находится человек – оператор, со своими потребностями, которые должны удовлетворяться посредством функционирования биотехнической системы. Потребности оператора выступают в роли связей между звеньями системы, при этом оператор воздействует на животное функционально – технологическим фактором G , а на звено «машина» (устройство) функционально – технологическим фактором F .

Каждое из звеньев системы имеет обратную связь (информационные потоки *инф*) с оператором, посредством которой, оператор получает информацию о состоянии каждого звена. Владея этой информацией,

оператор принимает решение и выполняет целенаправленные действия, изменяя набор параметров факторов G и F .

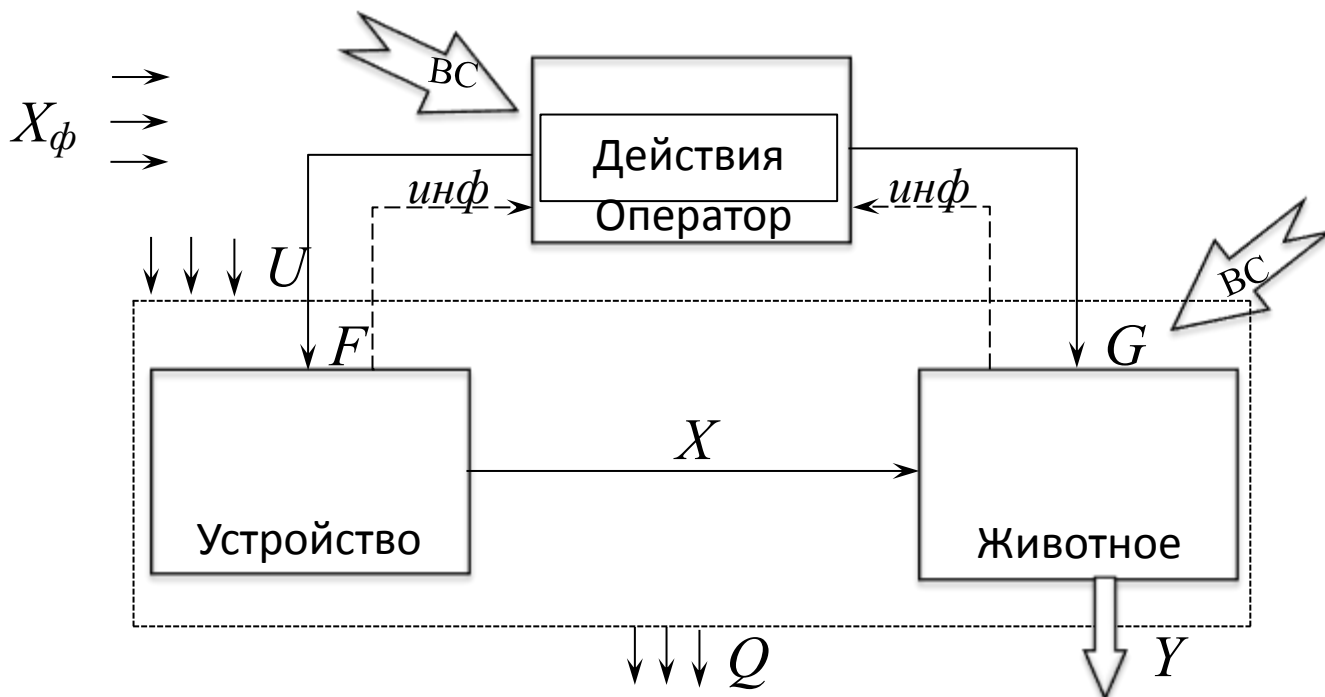


Рис. 1.8. Схема биотехнической системы обработки кожного покрова животного

F , G , X , X_ϕ – возмущающие функционально – технологические факторы, воздействующие на техническое устройство, животное, систему;

U – управляющие воздействия на режимы работы технического устройства;

Y – выходные физиологические и технологические показатели животного ;

Q – выходные производственно-экономические показатели;

инф – информационные потоки;

BC – внешняя среда.

Следующую, немаловажную роль в системе представляют животные с их физиологическими, этологическими и зоотехническими требованиями, которые должны удовлетворяться совокупностью технологических конструктивных и режимных параметров технического звена системы, в результате получаем выходные физиологические и технологические показатели животного Y . Поскольку выход в нашем случае – это непосредственно получаемая продукция, то конечный результат во многом будет зависеть от обратной связи и процесса ограничений. Обратная связь налагает на систему управления дополнительно функции контроля над

физиологическим состоянием животного (особенно актуально для стрижки овец и вычесывания пуха коз). Под процессом ограничения понимается такая информация для изменения управления факторами G и F , как диапазоны изменения параметров воздействия устройства на животное X , не приводящая к недопустимым изменениям выхода системы в целом.

В связи с этим становится актуально определение допустимых диапазонов, изменение параметров каких-либо воздействий на организм животного. Для решения этой задачи необходимо установление таких критериев оценки физиологического состояния животного, которые однозначно характеризовали действие определенных внешних факторов.

Исполнительная роль в системе отводится техническому звену (устройству), которое должно соответствовать требованиям животного и оператора. При этом, воздействие технического звена с выходным параметром X , должно способствовать получению продукции высокого качества.

Техническое звено сложной биотехнической системы, также предъявляет определенные требования к биологическому звену системы. Эти требования в основном связаны с физико-механическими свойствами обрабатываемого кожного покрова, технологическими и физиологическими параметрами самого животного.

От оператора требуется умение управлять подсистемами, владеть определенным уровнем знаний техники и условиями ее эксплуатации.

Следует отметить, что уровень этих требований зависит от уровня развития техники и человеческой мысли.

Для рассматриваемой системы механической обработки кожного покрова характерны все признаки сложных систем: иерархичность, альтернативность, стохастичность и целенаправленность.

Иерархичность биотехнической системы и ее целей безусловны. Разложение объекта исследования на три основных взаимодействующих

между собой звена, которые в свою очередь являются частью сложной системы более высокого уровня (получение шерсти, пуха, молока).

Процесс механической обработки кожного подвержен целенаправленному управляющему воздействию со стороны оператора на режимы работы технических средств для достижения поставленной цели. Кроме того, рассматриваемая система имеет стохастический характер, так как внешние воздействия, как правило, носят вероятностный характер, что сказывается на звене «животное».

Из вышеизложенного, можно заключить, что рассматриваемая система располагает необходимыми и достаточными признаками характерными особенностям сложных биотехнических систем.

Присутствие в системе биологического звена «животное» и технических элементов (устройств механической обработки кожного покрова) позволяет отнести рассматриваемую систему к биотехническим, наиболее сложным для моделирования систем.

Так как, обработка кожного покрова животных как система подвержена воздействию внешней среды, ее можно отнести к системам открытого типа [51, 75, 104, 136, 198, 231, 362].

Биотехническая система механической обработки кожного покрова животных состоит из трех подсистем. Каждая подсистема имеет свои задачи и особенности функционирования, однако все они действуют совместно, т.к. созданы для достижения конкретной цели получения продукции животноводства (шерсти, пуха, молока, мяса).

Эффективность работы этой системы зависит от уровня квалификации человека-оператора, его отношения к выполняемой работе, технического уровня и качества выполнения исполнительными механизмами устройствами механической обработки кожного покрова, адекватности взаимосвязи звеньев с животным и окружающей средой.

При отсутствии между элементами системы надежной адекватной взаимосвязи, то БТС не сможет реализовать свои потенциальные

возможности, будет не эффективна и причинит вред животному. В связи с этим при создании таких сложных БТС, к ее отдельным подсистемам и всей системе в целом, предъявляются высокие требования.

Человек–оператор – главное звено (подсистема) процесса механической обработки кожного покрова животного, который через блоки управления исполнительными элементами устройства оказывает влияние на животное. Кроме того в ряде процессов (стрижка, ческа) оказывает непосредственное воздействие на животное (овец, коз) при проведении подготовительных, основных и заключительных операций. Взаимодействие двух самонастраивающихся биологических звеньев, по Л.П. Карташову [136, 137, 141], имеет большое значение, т. к. действия оператора должны вызывать положительное влияние на животное и процесс в целом.

В процессе работы системы функции оператора возрастают, т.к. происходит увеличение потока перерабатываемой информации. Изменяется степень сложности взаимодействия условий и различных факторов. При этом человек-оператор длительное время должен совершать сложные пространственные движения (до 80 движений в минуту), контактировать с животным, наблюдать за их состоянием и поведением, в ряде случаев визуальным и слуховым восприятием следить за показателями контрольно-измерительных приборов и автоматики и т.д. Исходя из этого, обеспечение надлежащих условий труда оператора является важным обстоятельством в работе БТС. Условия труда человека-оператора определяются эргономическими требованиями (достаточность рабочего пространства; высокая степень механизации процесса; достаточность физических, слуховых, визуальных связей между оператором и технической подсистемой; оптимальные параметры естественных или искусственных освещения и вентиляции на рабочем месте, уровень шума и т.д.).

Животное – объект воздействия является главным биологическим объектом, для которого зачастую и создается система, качественное функционирование которой в значительной степени зависит от

характеристик биологического объекта. Важно, чтобы животные были сгруппированы по ряду признаков – половая принадлежность, стрессоустойчивость, продуктивность и т.д.

Биологические подсистемы (человек, животное) вынуждены активно или пассивно реагировать на изменяющиеся обстоятельства внешних воздействий: со стороны рабочих элементов устройств, исполнительных механизмов и т.д., поэтому *техническая подсистема* в процессе функционирования БТС должны отвечать физиологическим требованиям животных и обеспечивать адекватное реагирование на управляющие воздействия человека-оператора.

1.5. Математическая модель функционирования БТС процесса механической обработки кожного покрова животного

Для создания математической модели функционирования сложной БТС необходим системный подход, базирующийся на формализованных методах: информационном, функциональном и физиологическом [104, 213, 231, 296, 301]. Применяя их последовательно можно: выделить взаимосвязи элементарных структурных звеньев (подсистем) объекта моделирования; определить структуру и отношение между элементами при декомпозиции и структуризации; оценить их свойства и параметры при параметризации [139]; выявить зависимость между параметрами подсистем, действующими внешними и внутренними факторами и получаемыми показателями при идентификации. Построенные на таком подходе математические модели, позволяют проводить анализ и структурный синтез биотехнической системы формализованными методами.

В исследованиях В.В. Дружинина, Л.П. Карташова, А.И. Кухтенко, Л.В. Погорелова, [108, 156, 198, 231, 259, 301] отмечается, что морфологические свойства биотехнических систем характеризуются связями между элементами. Определяют энергетические, вещественные и информационные

связи. Энергетические связи характеризуют энергосиловое взаимодействие элементов и энергетическое соотношение между ними (тепловая, электрическая, механическая, энергия корма). Вещественные связи определяют перенос, обмен или изменение физической характеристики обслуживаемого объекта. Информационные связи – определяют накопление, обработку и анализ информации о функционировании отдельных подсистем и системы в целом.

Связи между оператором и техническим звеном являются в основном – вещественными и информационными. Обосновывается это тем, что оператор получает информацию от технического звена, и физически воздействуя на него, изменяет при необходимости текущее состояние.

Между оператором и животным, двумя биологическими самонастраивающимися подсистемами, связь очень сложная характеризуется и вещественными, и информационными и энергетическими составляющими, но преимущественно преобладают вещественные связи.

Связь между техническим звеном и животным при механической обработке кожного покрова обуславливается энергосиловым взаимодействием и приводит к изменению состояния обеих подсистем, в некоторых процессах (очистка кожного покрова КРС, вычесывание пуха) можно наблюдать и вещественные связи.

Для анализа БТС чаще всего используются те или иные приемы из известных концептуально-методических аспектов [51, 65, 106, 118, 179, 231, 296, 301]: системно – функционального, системно – временного, системно – интегрального. Для процесса механической обработки кожного покрова наиболее подходящим будет системно – функциональный принцип анализа, рекомендуемый для систем обеспечивающих конечный результат функционирования и подчинения частных результатов конечной задаче.

Для анализа и оценки эффективности функционирования каждой подсистемы ее можно представить в виде многопараметрической модели, имеющей несколько входов и выходов. Такая система, функционируя,

обеспечивает получение готового продукта, количество и качество которого определяет цель функционирования и выражается входными параметрами.

Входные данные, характеризующие эффективность функционирования системы следует разделить на две группы. Подходы и принципы изучения каждой из групп существенно отличаются друг от друга. К первой группе следует отнести F и X_{ϕ} (рис. 1.8), эти факторы обусловленные заранее заданными, известными значениями. Следовательно, эффективность механической обработки кожного покрова можно спрогнозировать, при определенных ограничениях и условиях, достаточно точно. В этом случае – все параметры составляющие факторы необходимо рассматривать как определенные, что позволяет использовать их для оптимизации средств механической обработки кожного покрова. Ко второй группе данных относятся G и X , которые сложно фиксировать на определенном уровне, но не учитывать эти факторы, действующие непрерывно или дискретно, нельзя, т.к. невозможно получить объективное представление о протекании процесса при функционировании технического звена системы. Требуется установить их статистические характеристики, которые позволяют выявить зависимости или закономерности их изменения, оценить их качественно и количественно. Поэтому для обоснования оптимальных параметров и режимов работы сложной БТС важно применять методы статистического и имитационного моделирования [199].

Взаимосвязи между подсистемами сложной БТС, установленные на основе статистического и имитационного моделирования, позволят оптимизировать входные и обосновать выходные данные (параметры) функционирования биотехнической системы [54] механической обработки кожного покрова животных.

Выходные данные Y и Q (рис. 1.8) определяют реагирование биотехнической системы на изменение факторов F и X_{ϕ} , а так же учитывают влияние второй группы данных G и X . Состояние процесса механической обработки кожного покрова животного при системном подходе, определяется

как переменная величина, которая в любой момент времени определяет значение выходных данных.

Согласно существующей технологии механической обработки кожного покрова животного (на примере машинной стрижки овец) при наступлении момента времени для стрижки (созревание жиропота, установление благоприятной обстановки окружающей среды) – овец загоняют в загон для неостриженных овец [207]. Откуда подавальщик или сам стригаль доставляет животное к месту стрижки, фиксирует, приступает непосредственно к обработке кожного покрова, используя при этом стригальную машинку, оканчивает стрижку, выпускает животное загон для остриженных овец. В результате всего процесса животное последовательно контактирует с подавальщиком, столом (стеллажом) при фиксации, стригалем, стригальной машинкой. Вся последовательность этих операций воздействует на животное, в результате чего происходит изменение его состояния, т.е. переход из одного состояния в другое. Этот переход может произойти не только в соответствии или несоответствии конкретных режимных параметров стригальной машинки, но и правильного или не правильно воздействия или поведения со стороны оператора (стригала).

Таким образом, мы наблюдаем сложную биотехническую систему механической обработки кожного покрова животного, условно разделенную на три подсистемы: S_o – человек – оператор, $S_{ж}$ – животное (объект воздействия), S_y – устройство (средство воздействия).

Основываясь на анализе имеющихся исследований по механической обработке кожного покрова животных, нами приняты следующие состояния подсистем:

Животное:

$S_{ж1}$ – животное в нормальном физиологическом состоянии, получаемая продукция – высокого качества;

$S_{ж2}$ – животное в нормальном физиологическом состоянии, но снижается его продуктивность;

$S_{ж3}$ – животное в беспокойном состоянии, но получаемая при этом продукция удовлетворительного качества;

$S_{ж4}$ – животное в беспокойном состоянии, наблюдается снижение продуктивности и качество получаемой продукции;

Устройство:

S_{y1} – устройство в рабочем состоянии, способствует получению продукции высокого качества;

S_{y2} – устройство в рабочем состоянии, но требует регулировки конструктивно – режимных параметров, получаемая продукция высокого или среднего качества;

S_{y3} – устройство допускает отказы в работе и снижает качество получаемой продукции;

S_{y4} – устройство не работоспособно;

Оператор:

S_{o1} – оператор выполняет процесс механической обработки кожного покрова животного в соответствии с технологическим регламентом и способствует получению продукции высокого качества;

S_{o2} – оператор не полностью выполняет технологический регламент, что не способствует получению продукции высокого качества;

S_{o3} – оператор выполняет технологический регламент с грубыми нарушениями, что приводит к получению продукции низкого качества, нарушению работы подсистемы «устройство», ухудшению физиологического состояния подсистемы «животное».

Для примера рассмотрим динамику перехода системы из одного состояния в другое (на примере машинной стрижки овец). Животные попадают в загон для неостриженных овец, наблюдая при этом работу стригалья, слыша шум работы стригального пункта и т.д. В дальнейшем согласно технологическому регламенту стригаль (подавальщик) доставляет животное к месту стрижки, в зависимости от качества выполнения этой операции животное может получить дополнительный стресс или травму, что

нарушит нормальное физиологическое состояние или потребует больших усилий на удержание животного в том или ином положении при стрижке, тем самым увеличивая ее продолжительность. Исходя из выше изложенного и анализа исследований принято четыре возможных состояния животного $S_{ж1}$, $S_{ж2}$, $S_{ж3}$, $S_{ж4}$, которые приведены выше.

Оператор (стригаль) обязан воздействовать на все подсистемы, регулировать настройки стригальной машинки, управлять положением овцы, соблюдать скоростной режим перемещения стригальной машинки по поверхности кожного покрова животного и т.д. от знаний, умений, навыков и качества выполнения этих операций зависит работа всей системы в целом. Но не следует оставлять без внимания и тот факт, что оператор работает не с одним животным, и у него не достаточно времени уделить особое внимание каждому. Стрижка – наиболее энергоемкий процесс по отношению к оператору, требуются значительные физические усилия для её осуществления, что приводит к физической усталости и утомлению. Но все операции, предусмотренные технологическим регламентом оператор должен выполнять четко, последовательно и без нарушений, в противном случае возможен переход к необратимому процессу (гибели животного). Из вышеизложенного следует, что работа оператора требует большого внимания и физического напряжения. На основе технологических операций, выполняемых оператором, напряженности его труда – нами приняты три состояния системы «человек – оператор» S_{o1} , S_{o2} , S_{o3} .

Задачами технической подсистемы является: качественный срез шерстного покрова, не нарушая при этом целостность кожного, обеспечение минимального количества образования сечки, которая засоряет руно. Для этого режущий аппарат стригальной машинки (нож и гребенка) должным образом нужно подготовить - заточить и заправить. Нажимной механизм должен обеспечивать достаточное усилие прижатия ножа к гребенке и т.д. Нами принято четыре состояния технической подсистемы – S_{y1} , S_{y2} , S_{y3} , S_{y4} .

Эффективность системы, участвующей при механической обработке кожного покрова, заключается в получении качественной продукции: шерсти, пуха, молока. Поэтому, на наш взгляд, показателями эффективности функционирования БТС являются: качество обработки кожного покрова, физиологическое состояние животного, качество получаемой продукции.

Основной задачей сложной биотехнической системы является использование потенциала биологического объекта, который должен давать максимум продукции высокого качества [199].

В имеющихся источниках нами не обнаружены аналитические зависимости, описывающие процесс механической обработки кожного покрова животного, которые описывали бы сложные явления функционирования БТС. Нами предлагается использовать для математической модели процесса вероятностно-статистический принцип, в котором учитывались многие стороны функционирования подсистем и специфика физиологического состояния животного.

Вероятностно – статистический принцип применялся нами для построения наиболее обобщенных и адекватных математических моделей функционирования на множестве производственных условий. А это в свою очередь позволяет синтезировать системы и соответствующие им управляющие воздействия с учетом обеспечения максимальной эффективности функционирования в условиях стохастической природы внешней среды, неопределенности и изменения самой структуры рассматриваемой системы [36, 37, 51, 71, 72, 73, 231, 268, 295].

Методов математического описания сложных систем существует достаточно много [36, 73, 139, 295]. Наиболее близким к рассматриваемому процессу механической обработки кожного покрова животного является марковские процессы с дискретным состоянием и непрерывным временем. В этом случае переходы системы из одного состояния в другое происходит не в фиксированные, а случайные моменты времени, которые заранее предсказать довольно сложно. К примеру, стресс животного может произойти в любой

момент времени, и выход из этого состояния может произойти в неопределенный момент времени. Схема марковских случайных процессов с достаточной точностью описывает такие процессы в определенных условиях (при принятии ограничительных допущений), которые не противоречат статистическим и экспериментальным данным: число состояний конечно, для каждого момента времени t_0 , вероятность любого состояния системы в последующем (при $t > t_0$) зависит только от состояния системы в настоящем ($t = t_0$) и не зависит от того, когда и каким образом система оказалась в этом состоянии [332].

Для более детального и информативного рассмотрения динамики изменений состояний биотехнической системы нами построен размеченный граф состояний (графовая математическая модель), представленный на рис. 1.9. Вершинам графа соответствует состояния S_{ol} , S_{yl} , $S_{жcl}$. Принимаем, что это состояние системы является исходным или желательным. Каждому из этих состояний соответствует вероятность пребывания системы в этом состоянии $P(S_{ol})$, $P(S_{yl})$, $P(S_{жcl})$.

Необходимо выяснить, что будет происходить с вероятностями при $t \rightarrow \infty$, будут ли они стремиться к каким-либо пределам. Если эти пределы существуют и не зависят от начального состояния системы, то они называются финальными вероятностями системы. В теории случайных процессов [37, 71, 72, 73, 295] доказывается, что если число состояний конечно и из каждого из них можно за конечное число шагов перейти в другое, то финальные вероятности существуют. Финальные вероятности, в нашем случае, следует понимать следующим образом: при $t \rightarrow \infty$ в системе устанавливается предельный стационарный режим, в ходе которого система случайным образом меняет свои состояния, но их вероятности уже не зависят от времени t . Финальную вероятность состояний можно истолковать как среднее относительное время пребывания системы в этом состоянии.

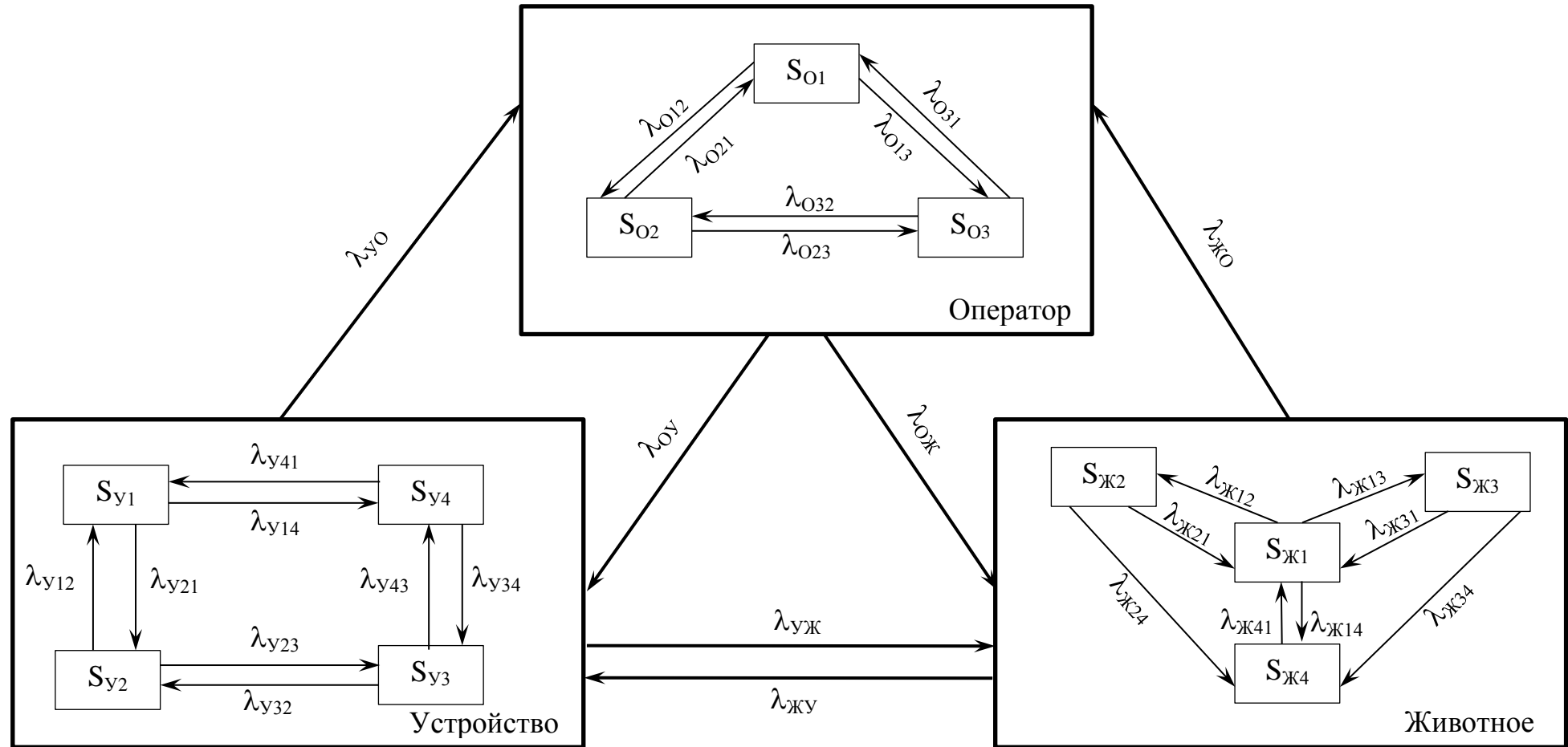


Рис. 1.9. Графовая математическая модель процесса механической обработки кожного покрова животного

Чтобы найти предельные вероятности, опишем процесс изменения системы с помощью модели, заданной системой дифференциальных уравнений.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dP(S_o)}{dt} = -\lambda_{o12}P(S_{o1}) - \lambda_{o13}P(S_{o1}) + \lambda_{o21}P(S_{o2}) + \lambda_{o31}P(S_{o3}) - \\ \quad -\lambda_{o23}P(S_{o2}) + \lambda_{o32}P(S_{o3}) - \lambda_{oj}P(S_o) + \lambda_{jo}P(S_j) - \\ \quad -\lambda_{oy}P(S_o) + \lambda_{yo}P(S_y) \\ \frac{dP(S_j)}{dt} = -\lambda_{j12}P(S_{j1}) - \lambda_{j13}P(S_{j1}) - \lambda_{j14}P(S_{j1}) + \lambda_{j21}P(S_{j2}) + \\ \quad + \lambda_{j31}P(S_{j3}) + \lambda_{j41}P(S_{j4}) - \lambda_{j23}P(S_{j2}) - \lambda_{j24}P(S_{j2}) + \\ \quad + \lambda_{j32}P(S_{j3}) + \lambda_{j42}P(S_{j4}) - \lambda_{j34}P(S_{j3}) + \lambda_{j43}P(S_{j4}) - \\ \quad - \lambda_{oj}P(S_o) + \lambda_{jo}P(S_j) - \lambda_{oy}P(S_o) + \lambda_{yo}P(S_y) \\ \frac{dP(S_y)}{dt} = -\lambda_{y12}P(S_{y1}) - \lambda_{y13}P(S_{y1}) - \lambda_{y14}P(S_{y1}) + \lambda_{y21}P(S_{y2}) + \\ \quad + \lambda_{y31}P(S_{y2}) - \lambda_{y23}P(S_{y2}) - \lambda_{y24}P(S_{y2}) + \lambda_{y32}P(S_{y3}) + \\ \quad + \lambda_{y42}P(S_{y4}) - \lambda_{y34}P(S_{y3}) + \lambda_{y43}P(S_{y4}) - \lambda_{yo}P(S_y) + \\ \quad + \lambda_{oy}P(S_o) - \lambda_{yj}P(S_y) + \lambda_{jy}P(S_j) \\ P(S_o) + P(S_j) + P(S_y) = 1 \end{array} \right. \quad 1.1$$

где λ_{ij} – интенсивность перехода подсистемы из состояния S_i в состояние S_j .

В левой части каждого уравнения стоит производная вероятности состояния соответственно оператора, животного, устройства. При стационарном режиме функционирования биотехнической системы эти части уравнений становятся равными нулю, в этом случае система уравнений (1.1) записывается уже как система алгебраических уравнений.

Значение λ_{ij} (интенсивность перехода системы из одного состояния в другое) как правило, определяется по результатам статистических наблюдений или экспериментальным путем, на основании достаточного количества наблюдений.

В результате решения системы алгебраических уравнений, получаются алгебраические выражения для оценки вероятностей $P(S_o)$, $P(S_y)$, $P(S_j)$.

Кроме того, величина λ_{ij} перехода системы из S_i – го состояния в S_j – ое, характеризует скорость протекания переходного процесса.

Соответственно возможно установить зависимость скорости перехода от входных параметров подсистем, а так же оценить качество взаимодействия подсистем, качественную составляющую от механизации того или иного процесса обработки кожного покрова. А на основании этих показателей делать вывод о степени соответствия технической подсистемы.

Вероятность $P(S_{ij})$ позволяет оценить динамику функционирования системы в целом, а также определить при каких условиях входных геометрических, технологических, режимных параметров технической подсистемы будет наиболее благоприятное состояние объекта воздействия (подсистемы животное). Таким образом, возможно решение поставленной ранее задачи по определению оптимальных параметров управляющих воздействий, позволяющих обеспечить адекватную реакцию организма животного и способствовать полноценному использованию его генетического потенциала.

В общем виде, в результате решения системы (1.1), получаем несколько числовых значений, характеризующих каждое состояние отдельно взятой подсистемы: вероятность ее пребывания в i – том или j – том состоянии $P(S_{ni...j})$ и интенсивность перехода λ_{ij} из одного состояния в другое.

Используя эти показатели, возможно, анализировать влияние любой подсистемы на эффективность функционирования системы в целом. Существуют различные подходы для такого анализа [199], интересным на наш взгляд является следующий. Выделить наиболее чувствительное к управляющим воздействиям звено, по состоянию которого можно судить об эффективности системы в целом, определить последовательное взаимодействие с другими звеньями системы, оценить степень их влияния на благоприятное состояние выбранного звена, определить долю участия каждого звена системы в достижении цели. Для этого отыскивается среднее арифметическое вероятности пребывания выбранной подсистемы в благоприятном состоянии (в нашем случае – этим звеном является животное).

По сути это и есть доля участия каждой подсистемы в процессе механической обработки кожного покрова животного:

$$\begin{cases} P_{\text{бо}} = \sum_1^{m_1} P_{\text{ж } i \dots j} \frac{1}{m_1} \\ P_{\text{бу}} = \sum_1^{m_2} P_{\text{ж } i \dots j} \frac{1}{m_2} \end{cases} \quad (1.2)$$

Затем определяем влияние всех звеньев системы на достижение поставленной цели:

$$P_{m-1} = \frac{P_{\text{бо}} + P_{\text{бу}}}{m-1} \quad (1.3)$$

В нашем случае отталкиваемся от того, что оператор и устройство для механической обработки кожного покрова животного своими эффективными действиями вносят P_{m-1} свою долю участия в достижении качественной механической обработки кожного покрова или получения продукции (шерсти, пуха, молока). Тогда обозначив Q – получаемую продукцию от функционирования всей биотехнической системы, долевое участие каждого звена в ее получении можно получить из зависимостей:

$$\begin{aligned} Q_o &= \frac{Q}{100} \sum P_o(S_{\text{жи}ij}) K_{\text{сис}}; \\ Q_y &= \frac{Q}{100} \sum P_y(S_{\text{жи}ij}) K_{\text{сис}}; \\ Q_{\text{ж}} &= \frac{Q}{100} \sum P_{\text{ж}}(S_{\text{жи}ij}) K_{\text{сис}}, \end{aligned} \quad (1.4)$$

где $Q_o, Q_y, Q_{\text{ж}}$ – доля продукции полученной от эффективности воздействия : оператора, устройства и гомеостатических качеств животного;

$\sum P_{\text{ж}}(S_{\text{жи}ij})$ – сумма вероятностей наиболее благоприятного i – го и j – го состояний животного;

$K_{\text{сис}}$ – системный коэффициент:

$$K_{\text{сис}} = \frac{100}{\sum P_o(S_{\text{жи}ij}) + \sum P_y(S_{\text{жи}ij}) + \sum P_{\text{ж}}(S_{\text{жи}ij})} \quad (1.5)$$

Предложенная модель и вышеизложенное показывают, что схема марковских процессов достаточно полно позволяет описать биотехническую систему. Решение системы дифференциальных уравнений позволяет получить важные для анализа функционирования БТС показатели P и λ .

1.6. Проектирование средств механической обработки кожного покрова животных

Рассматривая функционирование сложной БТС процесса механической обработки кожного покрова животных нами определено, что техническая подсистема наиболее управляемая, так как коэффициент запаздывания ответной реакции на управляющее воздействие минимальный. Кроме того, функционирование этой подсистемы наиболее стабильно при воздействии внешней среды, а интенсивность перехода подсистемы из одного состояния в другое – значительно меньше, чем у подсистем «человек – оператор» и «животное».

Но для достижения стабильной работы технической подсистемы необходимо четко представлять последовательность проектирования технических устройств для механической обработки кожного покрова животного.

Нами проанализированы технологические процессы по обработке кожного покрова животных в различных отраслях животноводства: стрижка шерсти в овцеводстве, вычесывание пуха в козоводстве, ветеринарно – санитарная обработка и массаж кожного покрова КРС. По результатам анализа предлагаются концептуально – экспериментальные основы проектирования механических устройств (рис. 1.10), они базируются на определении перспективных направлений по совершенствованию технического и технологического сопровождения процесса [318]. При этом определяется круг задач, которые решаются механической обработкой кожного покрова животных. Выявляются проблемные зоны в каждом процессе у каждой из подсистем БТС. Досконально рассматривается физическое взаимодействие механического устройства с обрабатываемой поверхностью, на основе которого предлагается моделирование физического процесса, получают зависимости силового взаимодействия элементов устройства с кожным покровом животного.

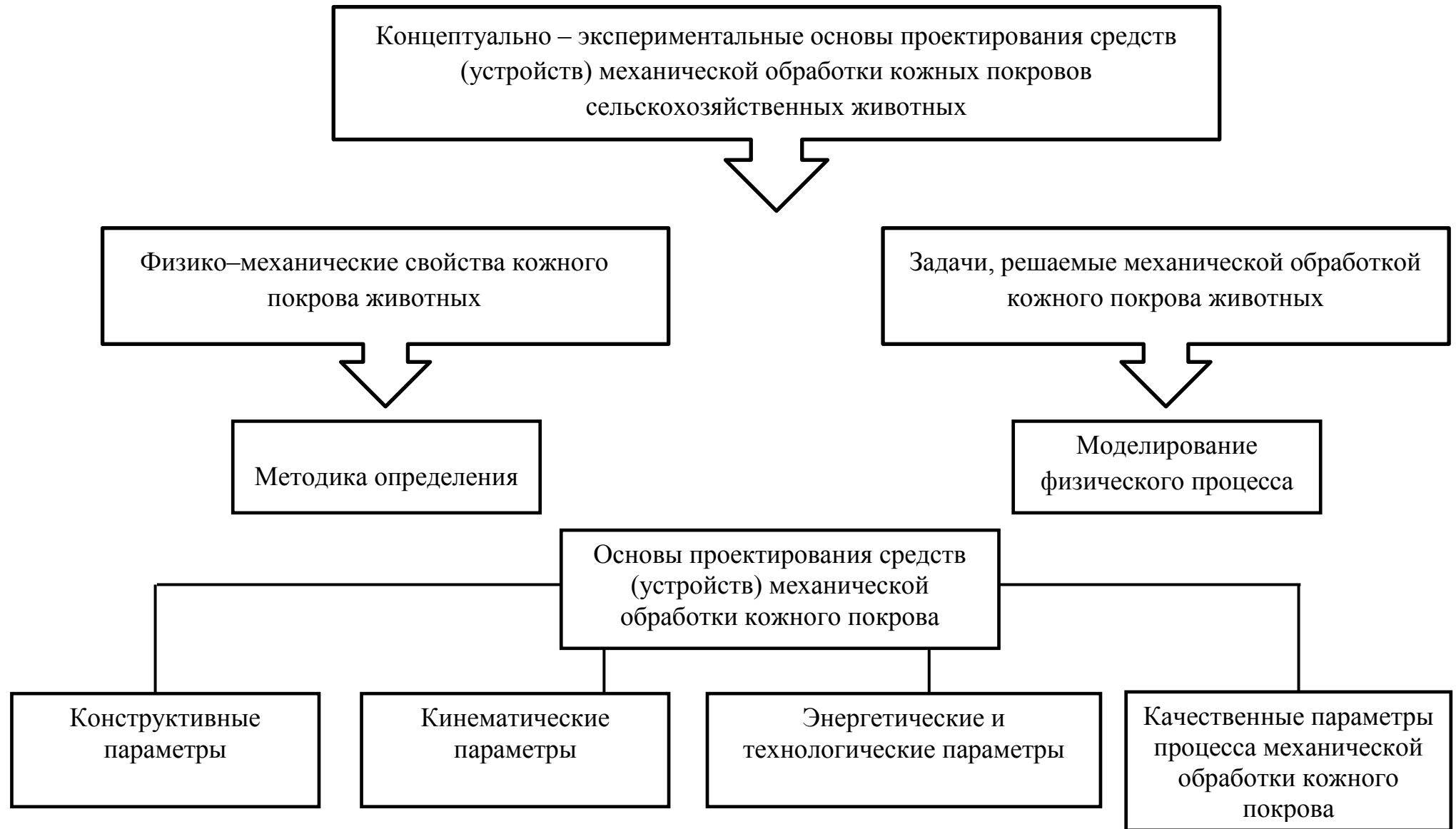


Рис. 1.10. Стадии инженерного проектирования средств для механической обработки кожного покрова животных

Так как кожный покров для каждой из групп животных (овцы, козы, КРС) обладает специфическими особенностями, следует обратить внимание на физико-механические свойства кожного покрова с учетом задач на которые направлен процесс механической обработки.

На протяжении жизненного цикла животного – часть физико-механических свойств кожного покрова меняется, и, для обеспечения максимально эффективного воздействия со стороны технической подсистемы, необходимо иметь достоверные данные о физико-механических свойствах кожного покрова, которые могут быть получены по разработанным методикам, позволяющим в короткие сроки, при минимальных затратах.

На следующем этапе, с учетом физической модели взаимодействия технического устройства с кожным покровом и физико-механических свойств проектируются конкретные технические решения, базирующиеся на методах поиска новых технических решений при разработке звена «машина» (рис. 1.6.). Разрабатываются конструктивные схемы, рассчитываются кинематические параметры, используя инженерные расчеты, определяются энергетические и технологические параметры устройства. Для оценки предложенного технического решения и определения оптимальных параметров его функционирования, обязательно используются качественные параметры процесса механической обработки кожного покрова, а так же сравниваются с работой существующих технических решений.

Выводы, цель и задачи исследований

1. В условиях вступления в ВТО и сложившейся ситуации для продовольственной безопасности страны, животноводство России находится в состоянии стагнации или медленного выхода из экономического кризиса. При этом наблюдается уменьшение производства практически всех видов продовольствия и поголовья животных.

2. Анализ деятельности стран с развитым животноводством показывает возможности повышения эффективности отрасли животноводства в несколько раз за счет имеющегося у России потенциала, который заключается в повышении производительности труда, снижении себестоимости производимой продукции, увеличения объемов производства, поголовья и продуктивности с.х. животных, более полного использования генетического потенциала животных.

3. Регулярная механическая обработка кожного покрова животных обеспечивает полноценное выполнение кожным покровом своих функций: защитных, выделительных, терморегулирующих, рецепторных, внутрисекреторных. Это в свою очередь повышает резистентную способность организма животного и способствует получению продукции высокого качества.

4. Механическую обработку кожного покрова животного следует рассматривать как сложную биотехническую систему открытого типа с взаимодействующими подсистемами «человек – оператор», «машина – средство воздействия», «животное – объект воздействия».

5. Техническую подсистему следует понимать как средство механического воздействия на кожный покров животного для достижения поставленных задач (получения шерсти, пуха, очистки и ветеринарной обработки кожного покрова КРС).

6. Причины низкой эффективности имеющихся технических средств для процесса механической обработки кожного покрова животного кроются в не комплексном подходе к решению проблемы в целом, изолированности исследований отдельных звеньев системы «человек – машина – животное», несоответствии отдельных элементов и подсистем технологическим, физиологическим, организационным и технико–экономическим параметрам.

7. Оптимизацию параметров функционирования системы механической обработки кожного покрова животного возможно проводить методом математического моделирования по схеме марковских случайных процессов.

При этом математические модели подсистем должны базироваться на количественных показателях, характеризующих психофизиологическое состояние животного.

8. Эффективность функционирования системы в целом следует оценивать по количеству полученной продукции (шерсть, пух) и качеству обработки поверхности кожного покрова. Эффективность работы подсистем по величине вероятности пребывания подсистемы в благоприятном состоянии и интенсивности перехода в неблагоприятное состояние.

9. Управление биотехнической системой нужно осуществлять пошагово, эффективность управления предлагается оценивать качественными показателями процесса механической обработки кожного покрова, которые зависят от совокупности шаговых управлений по операциям в технологическом цикле.

10. Многообразие технических решений, используемых для механической обработки кожного покрова животных, свидетельствует о сложности и недостаточной изученности происходящих процессов и отсутствии обоснованной методики проектирования, которая учитывала бы все основные параметры, влияющие на качественные и количественные показатели их работы.

Учитывая вышеизложенное, постановка общей научной проблемы сформулирована как *разработка закономерностей создания и функционирования машинных технологий и технических средств для обработки кожного покрова и обоснование на их основе принципов работы и методики определения оптимальных, конструктивных, эксплуатационных, энергетических параметров технических средств, обеспечивающих увеличение животноводческой продукции и повышения ее качества.*

Для решения сформулированной проблемы в нашей работе поставлена цель исследования - *совершенствование технологии и технических средств механической обработки кожного покрова с.х. животных для повышения их продуктивности и качества получаемой продукции.*

Определены: объект исследования - технологии механической обработки кожного покрова с.х. животных и рабочий процесс технических средств для их осуществления и предмет исследования - закономерности и взаимосвязи, определяющие качество выполняемого механического воздействия на кожный покров с.х. животных.

Для достижения поставленной цели предусматривается решить следующие основные задачи:

— На основании обзора научных исследований обобщить и дать оценку состояния проблемы механической обработки кожного покрова с.х. животных;

— Теоретически обосновать качество механического воздействия, оказываемого на кожный покров, с позиций сложной биотехнической системы «человек – машина – животное»;

— Обосновать перспективные направления по совершенствованию технологического процесса механической обработки кожного покрова и механических устройств для его осуществления;

— Разработать математические модели функционирования системы «человек – машина – животное» в процессах механической обработки кожного покрова;

— Предложить методики и критерии оценки качества выполняемых операций, оборудование и устройства для механической обработки кожного покрова;

— Провести лабораторные и производственные исследования предложенных технических решений, оценить их технико-экономическую эффективность и качество выполняемого механического воздействия на кожный покров с.х. животных.

2. Обоснование технико-технологического процесса механической обработки кожного покрова овец

2.1. Анализ проблем механической стрижки шерсти овец

Овцеводство – одна из важнейших отраслей животноводства, обеспечивающая население ценными видами продукции питания, а легкую промышленность практически незаменимым сырьем – шерстью.

Рентабельность овцеводства, некогда процветающей отрасли сельского хозяйства, сегодня выражается в отрицательных значениях. поголовье овец в сельскохозяйственных предприятиях по сравнению с 1990 г. сократилось практически в 9,5 раз. Уровень механизации в овцеводстве в настоящее время составляет не более 10% , механической стрижкой охвачено около 70% всего поголовья, в то время как уровень механизации стрижки в 1990 г. составлял 97%.

Несмотря на плачевное состояние овцеводства, государственной программой предусматривается увеличение поголовья с 21,8 млн. гол. в 2010 г. до 28,0 млн. гол. в 2020 г. Производство шерсти должно увеличиться с 54,7 тыс. т (2010 г.) до 84 тыс. т в 2020 году [218, 260. 278].

Следует отметить, что в стране в целом наблюдается увеличение поголовья овец в среднем на 1,1 млн. гол. в год, чему способствует реализация отраслевой целевой программы «Развитие овцеводства и козоводства в Российской Федерации на 2012-2014 гг. и на плановый период до 2020 года» [218, 245].

Одним из ответственных этапов производства шерсти (шерсть – есть производная кожного покрова) является стрижка овец, которая должна проводиться в определенный период, в сжатые сроки и с высоким качеством [105, 208, 249, 372].

На современном этапе, в процессе производства шерсти на стрижку овец приходится до 10...12 % общих трудозатрат, в то время как в СССР

приходилось всего до 8%. По уровню механизации в овцеводстве стрижка занимает одно из ведущих мест. В системе машин и оборудования для овцеводства на период до 2020 г. отводится 95 наименований оборудования, из которых 21 (или 42%) предназначены, в той или иной мере, для механизации стрижки овец [280].

Современные серийные модели стригальных машинок по своим техническим возможностям позволяют остригать до 150 голов тонкорунных овец в смену. Но на деле – сменная выработка стригалей в России не превышает 30...40 голов тонкорунных овец. При этом лучшие стригали высокой квалификации остригают до 55...65 голов за смену, в то время как стригали низкой квалификации не остригают в смену более 12 голов. По степени тяжести - труд стригалия относится к особо тяжелому труду, поэтому при машинной стрижке овец выработка стригалия (оператора – исполнителя) определяется в основном квалификацией и энергетическими затратами на выполнение процесса.

Кроме того, следует отметить, что для отечественных стригалей – процесс стрижки является сезонной работой, т.е. не основной, поэтому они не заинтересованы должным образом совершенствовать эту специальность. В соответствии с физиологией труда, к окончанию сезона стрижки (длится от 15 до 30 дней в году) оператор только втягивается в тяжелую работу, входит в форму, которая обеспечивает его максимальную трудоспособность, а стрижка уже заканчивается.

Сложность стрижки заключается еще и в том, что животное подвергается непосредственному воздействию стригальной машинки, которая входит в техническую группу риска первого порядка.

Проблемами механизации процесса стрижки занимались видные отечественные ученые: В.А. Зяблов, П.Л. Полозов, П.В. Гулянский, Ю.И. Краморов, К.А. Месхи, П.К. Григоров, Р.А. Исанчурин, О.Г. Ангилеев, В.И. Крисюк, Ю.А. Мирзоянц, Р.С. Суюнчалиев, Н.П. Алексенко, и др. Их работы направлены на совершенствование: конструкции и отдельных

параметров стригальной машинки, технологических операций процесса стрижки, технического обслуживания оборудования, условий труда стригалей, способов стрижки.

Для обоснования перспективных направлений по совершенствованию технологического процесса стрижки необходимо комплексно рассмотреть функционирование сложной биотехнической системы «человек – машина – животное», с ее подсистемами, связанными с особенностью технологического оборудования, физико-механическими свойствами шерсти (производной кожного покрова) овец, технологического процесса.

2.2. Стрижка овец с позиции сложной биотехнической системы «человек-машина-животное»

Стрижка - заключительный этап технологического процесса в получения шерсти и представляет собой сложную, трудоёмкую биотехническую систему, в которой несколько подсистем, определяющих конечный результат. В отличие от рассмотренной в первой главе общей схемы сложной биотехнической системы, процесс стрижки включает в себя несколько технических звеньев и несколько звеньев «человек – оператор», а следовательно отличаются взаимосвязи между звеньями. Количество технических подсистем зависит от способа и технологии стрижки, от которых так же зависит и количество звеньев «человек – оператор». В самом простом варианте технологического процесса – звено «человек – оператор» представлено одним исполнителем – стригалем, который взаимодействует как минимум с двумя техническими подсистемами: стригальной машинкой и заточным аппаратом (наиболее распространённый вариант, при поголовье не более 1000 голов) и объектом воздействия – остригаемым животным. Более сложный вариант (крупный механизированный стригальный пункт) – в котором несколько технических подсистем: стригальный агрегат, заточное оборудование, транспортеры и прессы, электротельферы. Кроме этого,

система процесса стрижки будет состоять из трех категорий исполнителей: стригали, подавальщики овец – относчики рун, заточники – прессовальщики. Взаимосвязи между подсистемами в этом случае, так же будут отличаться. Стригаль будет взаимодействовать со стригальной машинкой и остригаемым животным, заточник – прессовальщик взаимодействует только с техническими подсистемами (режущая пара стригальной машинки, заточное оборудование, пресс для шерсти), а подавальщик овец – относчик рун – только с объектом воздействия и полученной продукцией. Естественно, функционирование такой биотехнической системы более сложное, при этом увеличивается количество переменных влияющих на процесс. Оставаясь в рамках исследования процесса механической обработки кожного покрова животных, в нашем исследовании рассматривается простой вариант, когда каждая подсистема представлена только одним объектом: подсистема «человек оператор» - стригаль, техническая подсистема – стригальная машинка, подсистема «животное» – остригаемым животным.

2.2.1. Подсистема «человек – оператор»

В рейтинге ответственности, сложности, опасности и трудоемкости – механическая стрижка овец занимает одно из первых мест среди других технологических процессов животноводства.

Сложность подсистемы «человек» заключается в том, что стрижка овец очень ограничена во времени и является сезонной работой. Стригаль (основной исполнитель) после годичного перерыва в работе за короткий период (20 – 30 дней пока продолжается стрижка) может лишь частично освоить или вспомнить некоторые из приемов стрижки. Вследствие этого, стригаль с небольшим опытом работы допускает большое количество ошибок, что снижает качество получаемого руна, при этом повышается травмирование животных, преждевременно выходят из строя режущие пары и сами стригальные машинки. На рис. 2.1 представлен график, отражающий

производительность стригалей различной квалификации и количество совершаемых ими технологических ошибок в период стрижки (средние значения по 250 наблюдениям).

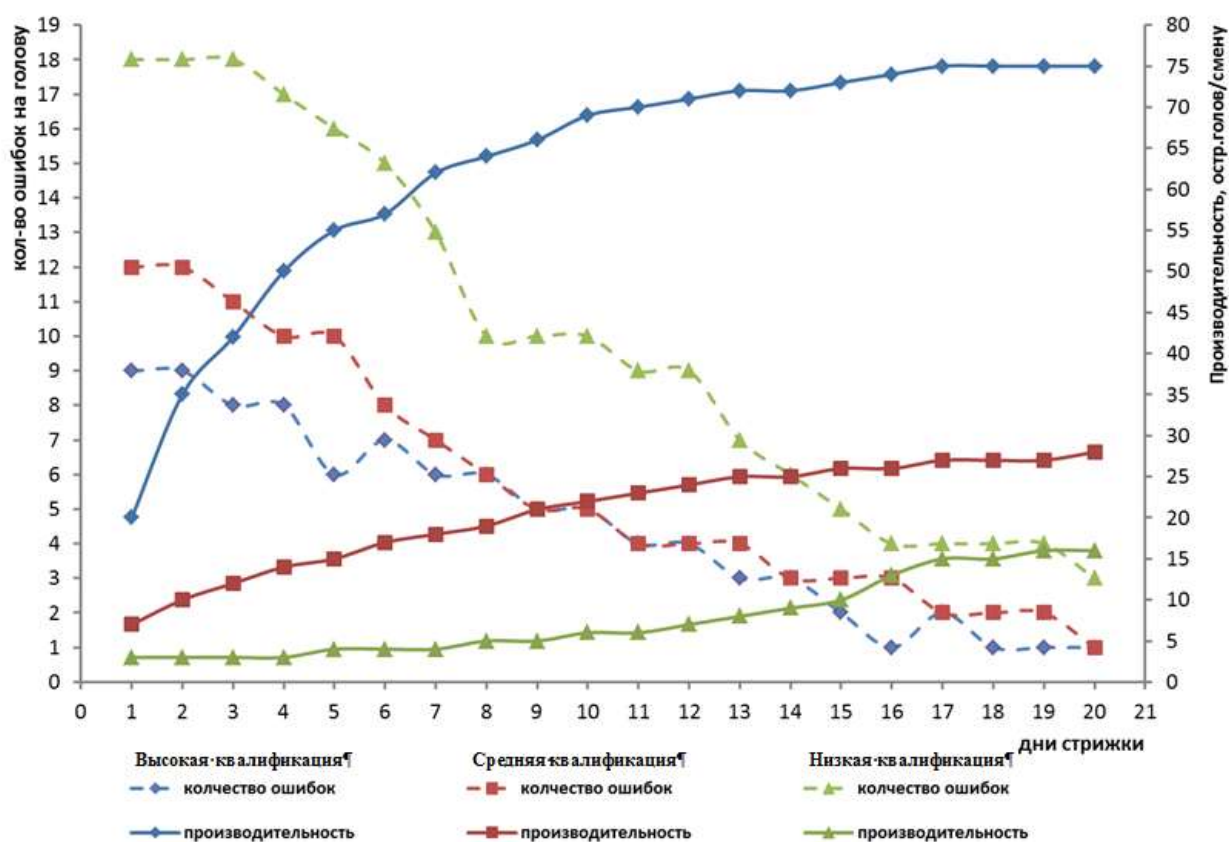


Рис. 2.1. Производительность и количество технологических ошибок совершаемых стригальями различной квалификации в период стрижки

Исследования, проведенные нами с В.Д. Поздняковым [240], показали, что при ловле, подаче овец к месту стрижки, стригаль низкой квалификации допускает ряд ошибок: захват животного за шерстный покров, за одну из задних конечностей, рога. Животные при таком обращении испытывали стресс, встречались случаи вывихов конечностей. При фиксировании овцы в рабочей зоне, до 40% исполнителей не могли рационально расположить ее в соответствии с правилами стрижки. Три четверти неопытных стригалей не владели приемами скоростной стрижки овец или не соблюдали последовательность выполнения операций. В результате чего количество проходов по остригаемой поверхности животного достигало 180...200 (для сравнения – высококвалифицированный стригаль остригает овцу за 58...65

проходов), в итоге увеличение сечки до 20...30 г. на одно руно. Производительность исполнителя низкой квалификации в среднем за смену не превышала 11...15 голов, средней квалификации 23...27 голов, в то время как у высококвалифицированных производительность достигала 65...75 голов в смену.

Еще один важный показатель мастерства оператора – наличие порезов кожного покрова животного. Согласно требованиям – суммарная длина порезов не должна превышать 30 мм. Чаще всего порезы происходят на шее, брюхе, внутренней поверхности задних конечностей животных.

Низкоквалифицированные стригали чаще других нарушают правила техники безопасности, в результате чего происходит повреждение пальцев или кисти самого исполнителя.

Исследования проводили на базе овцеводческих хозяйств Оренбургской области в период с 1998 по 2012 г., опрошено 80 исполнителей различной квалификации, проведено порядка 250 хронометражей стрижки.

В.Д. Поздняков [232] установил, что в хозяйствах области и в целом по России, ежегодно обновляется до 80 % стригалей. Такие исполнители, как правило, не имеют опыта работы и обучаются во время стрижки, т.к. в хозяйствах не ведется целенаправленная подготовка стригалей. Выходом для хозяйств в таком случае – привлечение в сезон стрижки стригалей из Кавказских регионов России. Анкетирование стригалей в возрасте до 50 лет, показало, что только 4% из них проходили специальную подготовку в СПТУ, 11% обучались методом наставничества (прикрепление к опытным стригалям на 5 – 6 дней), а оставшиеся 85 % - случайные люди, допущенные к работе только по медицинским показаниям.

Анкетирование стригалей позволило выявить еще несколько моментов связанных со спецификой выполняемой работы.

Более 50 % стригалей отметили в анкетах, что после проведения кампании по стрижке овец они обращались за медицинской помощью. Из них 75 % с заболеваниями опорно-двигательного аппарата, 15% с

заболеваниями кожи, 10% в связи с общим недомоганием. При более детальном рассмотрении их трудовой деятельности, мы выявили, что рабочая поза при стрижке скоростным методом не естественна для человека, полусогнутое положение тела вызывает дополнительную нагрузку на позвоночный столб. Кроме того, необходимость управлять положением овцы, требует значительных физических затрат. А тесный контакт с кожей животного или с его шерстным покровом вызывает раздражение на открытых участках тела исполнителя. При этом стригаль значительно расходует свою физическую энергию. Мы консультировались со специалистами в области травматологии и ортопедии, демонстрировали им фотографии и видеозаписи процесса стрижки. Заключение, которое мы получили от медиков, сводится к тому, что у стригалей высока вероятность таких заболеваний как остеохондроз позвоночника, нарушение осанки, нарушение функционирования опорно-двигательного аппарата. Медицинские специалисты рекомендовали комплекс специальных упражнений перед работой, использование поддерживающих корсетов, пояса штангиста, использование средств реабилитации (массажные и разгрузочные устройства). Для снижения затрат физической энергии очень важны степень тренированности (т.к. организм человека – саморегулирующаяся система), психо-эмоциональное состояние, режим труда и отдыха, рацион питания.

Чемпион мира по стрижке овец новозеландец Г. Боуэн рекомендует использовать стригальям специальную экипировку, соблюдая при этом очень четко распорядок дня, чередуя работу и отдых [64].

Из всего выше изложенного, можно сформулировать основные проблемы подсистемы «человек»: степень подготовленности стригалья к рабочему процессу, соблюдение техники безопасности, выполнение подготовительных организационных мероприятий направленных на реабилитацию исполнителей и поддержание их в хорошей физической форме.

2.2.2. Подсистема «машина»

Эксплуатируемые в настоящее время на территории России стригальные машинки таковы, что выполнить некоторые требования к процессу стрижки в полной мере не представляется возможным.

К недостаткам наиболее распространенных стригальных машинок МСО-77Б и МСУ-200 следует отнести необходимость в частых заточках режущих пар и наличие сечки при стрижке [292]. Сечка – измельченное шерстное волокно, полученное с площадок повторного пробега лезвий ножа [211].

По данным академика В.П. Горячкина [89, 90], в каждом режущем аппарате есть участок так называемой «мертвой зоны», где нож проходит дважды по одному и тому же месту. Есть такая зона и в режущем аппарате стригальной машинки.

Сечка образуется двумя способами: от влияния «мертвой зоны» (показатель зависит от технических параметров стригальной машинки) и от неумелых действий стригателя – перестриги (повторного прохода машинкой по одному и тому же месту). От перестриги образуется от 8 г сечки на руно у стригателей высокой квалификации и до 25-50 г у стригателей низкой квалификации [211]. От влияния «мертвой зоны» - от 3 до 10,6 г в зависимости от марки и технического состояния машинки. По нашим данным, сечка от «мертвой зоны» образуется на 30 % площади поверхности тела овцы. Учитывая, что длина сечки от 0,1 до 3 мм [100], средняя длина волокон сокращается до 4 мм. При определении стоимости шерсти длина – один из решающих показателей, и кажущаяся незначительность длины волокон 3 мм, может сыграть решающую роль в отнесении партии шерсти к тому или иному сорту.

В мировой практике механизированной стрижки разработано множество технических решений, направленных на повышение

эффективности процесса снятия руна с использованием стригальной машинки.

В Советском Союзе машинная стрижка овец впервые была применена в 1929 году. Тогда были проведены испытания импортных машинок, с целью выявить более работоспособные модели, и взять их за основу при разработке собственной конструкции. Промышленное производство стригальных машинок марки СМ с шириной захвата 57,6 мм в стране началось в 1934 году Ростовским механическим заводом. В 1938 году наладили выпуск усовершенствованной машинки ШЗМ с шириной захвата 76,8 мм, с 1949 года запустили в серийное производство ШЗМ-2. Тогда машинной стрижкой было охвачено уже порядка 30...35% всего поголовья овец [200].

В 1960 г. на базе ШЗМ-2 выпускаются машинки МСО-77А, главным отличием которых стала замена чугунного корпуса алюминиевым для уменьшения нагрузки на руку стригателя. Повышение квалификации стригалей позволило увеличить скорость стрижки, поэтому с 1965 года начинается выпуск машинок МСО-77Б, с частотой двойных ходов 2380 мин⁻¹. Важнейшим недостатком этих моделей был привод ножа режущего аппарата от гибкого вала индивидуального электродвигателя. Такой привод вызывал реактивный крутящий момент, снижая маневренность при стрижке и увеличивая нагрузку на руку исполнителя, а рабочее напряжение тока (220/380 В) представляло опасность для жизни.

В 1962 году в ВИЭСХ на базе исследований коллектива Ю.И. Краморова были изготовлены малогабаритные машинки МС-200 и МС-400 с асинхронным трёхфазным короткозамкнутым электродвигателем, работающим от переменного тока повышенной частоты соответственно на 200 и 400 Гц [42, 48, 145, 163, 190].

Эти недостатки устранены в машинке МС-200М, разработанной ГрузНИИМЭСХ под руководством К.А. Месхи [168]. Следует отметить, что эта машинка под маркой МСУ-200 выпускается заводом «Актюбсельмаш» и

сегодня, является единственным конкурентоспособным представителем стригальной техники, выпускаемой на территории стран СНГ.

Исследования, направленные на улучшение конструкции стригальных машинок с целью повышения надежности и безопасности работы, удобства для стригалей и повышения качества остригаемой шерсти, ведется специалистами ВИЭСХ, Костромской ГСХА, Оренбургского ГАУ, Азово-Черноморской агроинженерной академии.

Одна из задач – повысить качество остригаемого руна посредством модернизации режущего аппарата стригальной машинки. Этой проблемой у нас занимались В.А. Зяблов, П.Л. Полозов, П.В. Гулянский, К.А. Месхи, П.К. Григоров, В.И. Крисюк и др., за рубежом Р. Hudson, К. Atkinson, В. Field, А. Richardson и др.. Ими были установлены и исследованы основные конструктивные и режимные параметры стригальной машинки, влияющие на рабочий процесс стрижки: ширина захвата; скорость перемещения машинки; усилие прижима ножа к гребенке; число двойных ходов ножа; сопротивление перемещению режущего аппарата.

Эти параметры определяют значение главных качественных показателей процесса стрижки: чистоты и равномерности высоты среза, трудоемкости процесса, содержания в получаемом руне сечки и перестрига. Соотношение геометрических и кинематических характеристик режущего аппарата стригальной машинки считается оптимальным, если, при обеспечении чистого и равномерного среза шерсти, диаграмма движения ножа не имеет пропусков, а явление «мертвых зон» сведено к минимуму.

Ширина захвата стригальной машинки определяет всю геометрию режущей пары. Общепринятые значения ширины гребенки составляют 57,2 мм для узкозахватных и 76,8 мм для широкозахватных. П.Л. Полозов, проведя испытания гребенок шириной от 70 мм до 140 мм, признал оптимальной ширину 98,4 мм, как обеспечивающую наибольшую производительность и износостойкость [241, 243]. Использование ширины захвата требовало конструктивных изменений в машинке. В.И. Крисюк и

О.Г. Ангилеев, в ходе своих исследований пришли к заключению, что использование при стрижке тонкорунных овец узкозахватной стригальной машинки ведет к уменьшению перестрига даже у стригалей низкой квалификации [49, 50, 170].

Исследователями за рубежом и у нас предлагались различные модификации элементов режущей пары для повышения эффективности их работы: с различными углами раствора лезвий, с параллельными режущими гранями, с радиусной насечкой лезвий, с углами наклона лезвий 19° ... 38° [223, 224, 370]. На современном этапе используются хорошо зарекомендовавшие себя коробчатые ножи с насечкой на боковых гранях.

Относительно геометрических параметров режущей пары можно отметить, что на сегодняшний день используются распространенные классические образцы ножей и гребенок. Что касается оптимальных режимных параметров работы режущего аппарата стригальной машинки данные исследователей разнятся.

Например, оптимальное значение скорости перемещения стригальной машинки по В.А. Зяблову составляет $0,5...0,7$ м/с, по П.В. Гулянскому $0,8$ м/с. П.Л. Полозов обосновывает эффективность стрижки при скорости $0,9$ м/с, обеспечив при этом, необходимую частоту двойных ходов ножа. Такое же значение скорости перемещения машинки К.А. Месхи считает оптимальным, минимизирующим площадки двойного среза [96, 100, 124, 187, 194, 241].

Угол наклона нажимного механизма в 60° был обоснован Ю.И. Крамаровым и подтвержден А. Мадалиевым [163, 186].

Относительно усилия прижатия ножа к гребенке – здесь мнения исследователей расходятся. У. Керимов считает, что при острых ножах достаточно усилия в 90 Н, и 150 Н – когда режущая пара затуплена. К. Аткинсон утверждает, что усилие менее 200 Н может вызвать разъединение режущей пары от любого волоска или абразива. Анализ энергетического баланса стригальных машинок, проведенный О.Г. Ангилеевым и В.И. Крисяком, доказал, что усилие прижатия ножа к гребенке не должно

превышать 200 Н, в противном случае происходит резкое повышение энергозатрат и температуры стригальной машинки [145, 170, 186, 187, 241, 243, 250].

Частота двойных ходов ножа влияет на количество сечки в остригаемом руне. Н.Д. Прутков установил оптимальные значения частоты двойных ходов в зависимости от различных углов схождения лезвий ножа. К. Аткинсон и Д. Хеншоу рекомендуют значение в 3250 мин^{-1} , В.И. Крисюк считает, что даже 4000 мин^{-1} окажут только положительное влияние на качество полученного руна [168, 251, 355, 367].

Величина сопротивления перемещению стригальной машинки по остригаемой поверхности зависит также от частоты двойных ходов ножа, от скорости перемещения машинки и от ширины захвата режущего аппарата [100, 170, 190].

Обеспечение чистого и ровного среза зависит от угла защемления шерсти кромками ножа и гребенки. Нарушение оптимального значения, влечет за собой выталкивание волокон из раствора лезвий, существенно снижая качество работы всей стригальной машинки. Применение П.Л. Полозовым насечек на боковых гранях ножа, позволяет увеличить коэффициент трения шерсти по режущей кромке ножа и устранить выталкивание ее из раствора режущей пары.

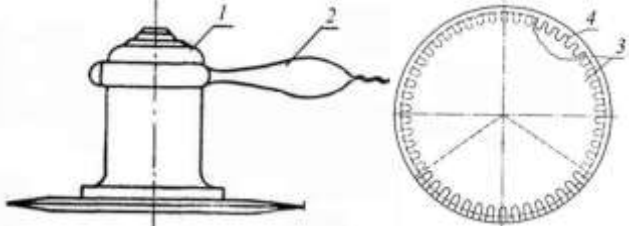
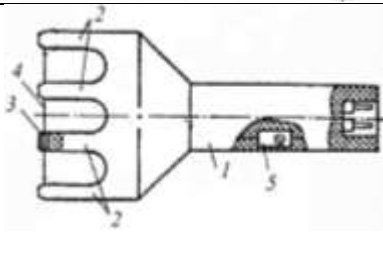
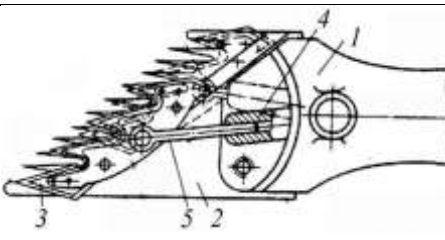
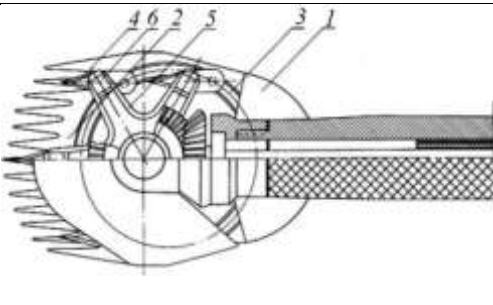
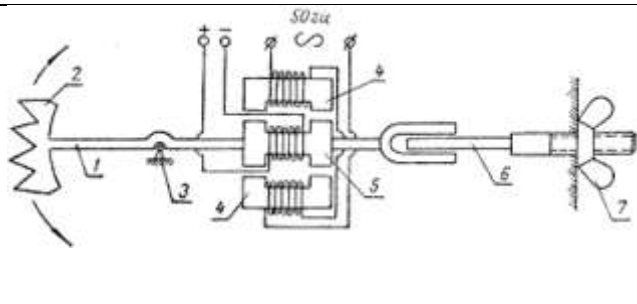
Важным факторам для обеспечения процесса резания являются углы заточки элементов режущей пары. Зависимость удельной работы резания от значения угла заточки гребенки рассмотрена в работах Дж. Лильедала [282]. Оптимальные значения угла заточки ножа обоснованы в исследованиях В.А. Зяблова [126] и получены в наших исследованиях [311, 313, 314, 317, 331, 325] для обеспечения более чистого среза и увеличения продолжительности работы режущей пары до затупления

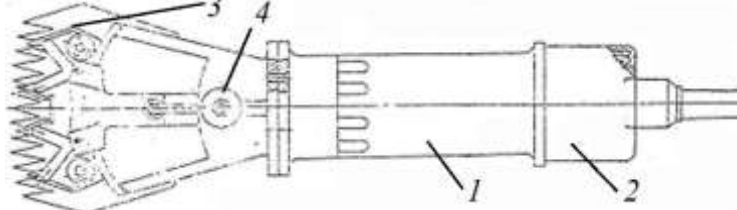
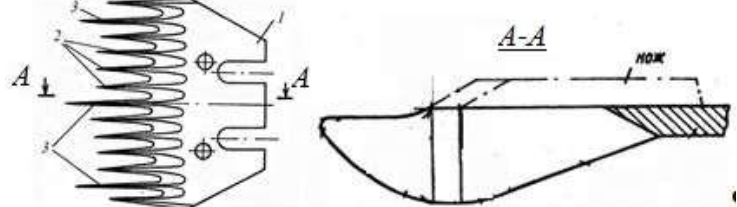
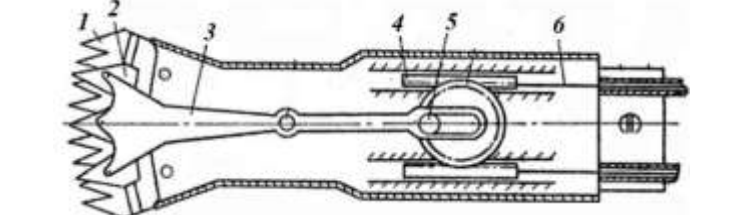

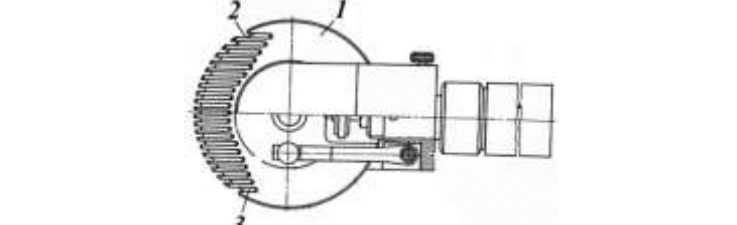
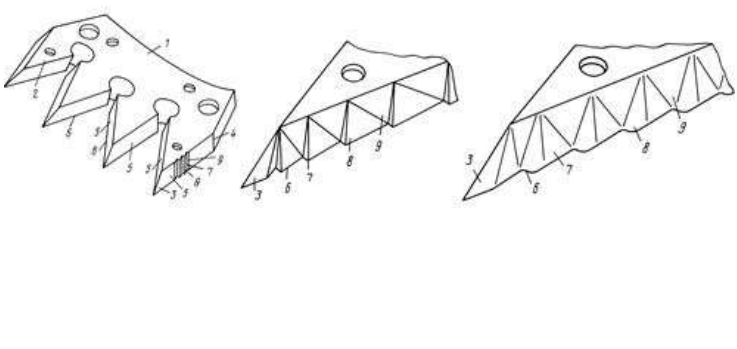
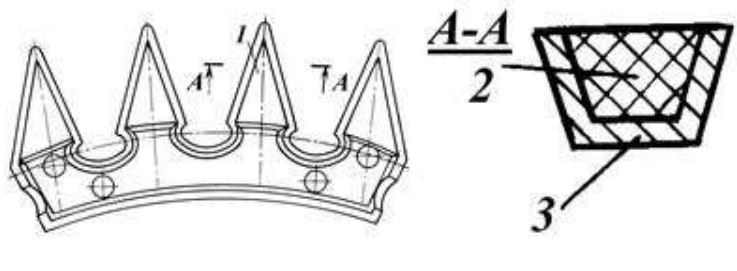
Оптимальный угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности определен в работах П.В. Гулянского [100, 101]. По мнению

автора, выдерживание угла в $30...35^\circ$ в прочесе работы позволит сократить образование сечки при стрижке тонкорунных овец на 35 грамм.

Кроме промышленно выпускаемых стригальных машинок, предлагались и оригинальные конструкции, схемы и обозначения которых приведены в табл. 2.1.

2.1. Устройства для механической обработки кожного покрова овец

Авторы, № авторского свидетельства	Схема устройства	Позиции
1	2	3
Я.И. Шефтер, А.В. Перчихин АС №120142 [8]		1. эл. двигатель 2. рукоятка 3. неподвижные гребенки 4. вращающийся нож
В.А. Воробьев, Н.В. Буробина, А.И. Зелепукин, Н.С. Корявых АС №1214413 [10]		1. рукоятка 2. рабочая головка 3. отверстия 4. режущий элемент 5. переменное сопротивление
В.Д. Попов, Л.Н. Жадан, А.А. Мялик АС №1220798 [11]		1. корпус 2. гребенка 3. нож 4. рычаг 5. телескопическая тяга
В.К. Капленко В.С. Фришман АС №123865 [12]		1. корпус 2. гребенка 3. вращающееся кольцо 4. ножи 5. ведущая звездочка 6. нажимная пружина
П.Л. Полозов АС №133371 [13]		1. рычаг 2. нож 3. шаровая опора 4, 5 электромагниты 6. плоск. пружина 7. регулировочный винт

1	2	3
<p>А.В. Перчихин, В.С. Краснов, Ю.И. Краморов АС №140705 [14]</p>		<p>1. корпус 2. электродвига- тель 3. реж. аппарат 4. нажимной механизм</p>
<p>В.Е. Парасоцкий, А.М. Семенихин, И.А. Шишина, В.А. Заикин АС №1708607 [16]</p>		<p>1. основание гребенки 2. режущие зубья 3. опорно- режущие зубья</p>
<p>Р.С. Суюнчалиев АС №1759621 [17]</p>		<p>1. нож 2. гребенка 3. рычаг 4. зубчатая рейка 5. палец эксцент- рика 6. гибкая тяга</p>
<p>А. Акылбеков, В.Ю. Лидке АС № 1766650 [18]</p>		<p>1. корпус 2. гребенка 3. нож 4. основание дг 5. дополнительная гребенка (дг) 6. полозья дг 7. зубья дг</p>
<p>К.А. Дроздов АС №1838092 [20]</p>		<p>1. крышка- гребенка 2. пазы гребенки 3. дисковый нож</p>
<p>Н.П. Алексенко, А.М.Семенихин И.А. Шишина, В.И. Щербина, В.Ф. Яламов, В.И. Луценко Патент №2057636 [223]</p>		<p>1. спинка ножа 2. зубья 3. носик зуба 4. основание зуба 5. боковые по- верхности зуба 6. реж. кромка 7. полосы рефления 8. выступы 9. впадины</p>
<p>Н.П. Алексенко, А.М.Семенихин В.И. Фирсов, И.А. Шишина, А.И. Щербина и др. Патент №2113344 [224]</p>		<p>1. зуб ножа 2. антифрик- ционный наполнитель 3. спинка ножа</p>

В 1959 г. Я.И. Шефтер и А.В. Перчихин [8] предложили стригальную машинку с дисковым ножом. Она отличалась тем, что вращающийся дисковый нож с зубьями помещался между двумя неподвижными гребенками с зубьями. По мнению авторов, достигается повышение эффективности среза волокон шерсти, снижение веса машинки и потребляемой мощности. При движении машинки по кожному покрову овцы, волокна шерсти заходят в прорези зубьев и, опираясь на две неподвижные гребенки, срезаются зубьями вращающегося ножа.

У этой конструкции имеется и несколько недостатков: плохая манёвренность, сложность стрижки брюшины и паховых впадин животного, образование перестриги, необходимость в высококвалифицированном персонале.

В том же году, В.К. Капленко и В.С. Фришман [12], предложили конструкцию роторно-эксцентриковой машинки. Колебательное движение ножа заменено вращательным движением, во время вращения ножи движутся параллельно самим себе, благодаря эксцентриковому механизму. Это по замыслу авторов, позволяет уменьшить габариты машинки и улучшить условия среза на краях противорежущей пластины (гребёнки).

Отсутствие больших инерционных сил, вследствие замены колебательного движения вращательным, позволяет применить электродвигатель меньшей мощности и изготовить ряд деталей машинки из пластмасс, текстолита и легких сплавов. В предлагаемой конструкции машинки предусмотрено автоматическое прижатие ножей к противорежущей пластине (гребенке) в зависимости от величины сопротивления резания, что исключает возможность излишнего прижатия ножей стригалем.

К недостаткам этой конструкции режущего аппарата можно отнести сложность в техническом обслуживании, заточке режущих элементов режущего аппарата стригальной машинки, сложность конструкции как таковой.

В 1960 году, П.Л. Полозов [13] предложил усовершенствованную стригальную машинку со встроенным электродвигателем. В электромагнитный двигатель машинки установлена плоская пружина, один конец которой соединен с регулировочным винтом. Цель - настройка электромагнитной системы машинки с помощью резонанса.

Эта машинка не получила распространения в связи с переходом на выпуск стригальных машинок со встроенным в рукоятку асинхронным двигателем.

В 1967 году А.В. Перчихин, В.С. Краснов, Ю.И. Краморов [14] предложили свою конструкцию стригальной машинки. В ней они применили электродвигатель с частотой тока 400 Гц, что и позволило увеличить производительность, упростить конструкцию, улучшить качество работы режущего аппарата машинки.

Конструкция не получила распространения, так как электродвигатели с частотой тока 400 Гц нуждались в создании преобразователей тока. Кроме того, увеличение массы стригальной машинки негативно сказалось на производительности стригателя.

Некоторые исследователи, пытались отойти от традиционного режущего аппарата стригальной машинки, заменив его электротепловым устройством. Так, В.А. Воробьев, Н.В. Буробина, А.И. Зелепукин и Н.С. Корявых [10] предложили в качестве режущего элемента использовать проволоку с высоким удельным сопротивлением, соединенную с источником электроэнергии. Такое устройство имеет меньшую массу, что позволяет облегчить работу стригателя и повысить качество остриженной поверхности.

Тем не менее, устройство имеет целый ряд недостатков: при нагревании режущий элемент удлиняется, что вызывает необходимость регулировки степени натяжения проволоки; при абразивной засоренности шерстного покрова (пыль, песок и т.д.) качественного среза – пережигания не будет и режущий элемент выйдет из строя; возможен термический ожог кожного покрова овцы и стригателя; при отделении руна от кожного покрова

происходит обугливание волокон шерсти, что ведет к снижению его качества.

В специализированном конструкторском бюро по комплексу машин для овцеводства и водоснабжения, В.Д. Поповым, Л.Н. Жаданом и А.А. Мяликом [11] предложен новый режущий аппарат стригальной машинки, гребенка которого выполнена таким образом, что линия, проходящая через вершины зубьев гребенки, расположена под углом к плоскости поперечного сечения машинки. Авторы стремились повысить качество стрижки и снизить травматизм животных при стрижке, за счет отвода остриженного руна во время стрижки в направлении перпендикулярном скосу гребенки. Это способствует, по их замыслу, улучшению видимости зоны резания, что и обеспечивает качество стрижки и снижение травматизма.

К сожалению и эта конструкция не вошла в серийно выпускаемые: при стрижке происходит смещение центра тяжести стригальной машинки, ухудшается условие прижатия ножа к гребенке, и имеет место забивание механизма привода органическими загрязнениями шерстного покрова.

Ученые не оставляли попыток совершенствовать не только стригальную машинку целиком, но и отдельные элементы, обосновывая и изменяя их. Так, В.Е. Парасоцкий, А.М. Семенихин, И.А. Шишина и В.А. Заикин [16] в 1992 году предложили изменить гребенку режущего аппарата стригальной машинки. Гребёнка для стрижки содержит основание с режущими и опорно-режущими зубьями, каждый из которых имеет носок с ресурсным участком и опорную поверхность. Для повышения качества стрижки, центр внешнего сектора опорной поверхности расположен на линии пересечения ресурсного участка с режущей поверхностью опорно-режущего зуба, а центр внутреннего сектора опорной поверхности расположен от центра внешнего сектора на расстоянии, равном длине перемычки. При необходимости, изменяется установка кончиков зуба ножа для различных типов шерсти или по мере износа ножа.

Благодаря особой форме зуба гребенки, при выводе из шерстного покрова (упор в сильно загрязненный участок, рог, репей и т.д.), снижается сопротивление перемещению машинки.

Легкость вхождения опорно-режущего зуба в шерстный покров и исключение "всплытия" гребенки обеспечивается соблюдением соответствующих геометрических соотношений, определяющих положение носка этого зуба. Что также способствует равномерной высоте среза шерсти.

Предложенный вариант гребенки обладает несколькими недостатками, в частности опорно-режущие зубья могут повредить кожный покров животного, тем самым, повышая травматизм при стрижке, кроме того, необходимо специальное оборудование для заточки, предложенной гребенки.

Р.С. Суюнчалиев [17] предложил для стрижки животных устройство с механизмом привода, кардинально отличающимся от механизма привода серийно выпускаемых машинок. Устройство, содержит подвижный режущий элемент, кинематически связанный с приводом посредством гибкой тяги, установленной с возможностью возвратно-поступательного перемещения. С целью повышения эксплуатационных свойств используется дополнительная гибкая тяга, при этом обе тяги размещены симметрично относительно продольной оси устройства и связаны посредством зубчато-реечной передачи.

Неудобство в использовании предложенной конструкции в том, что оператору необходимо постоянно регулировать длину тяг, в противном случае кромка ножа не будет доходить до края противорежущего зуба гребенки, что приведет не к срезанию шерсти, а к ее выдергиванию. В результате при этом имеют место дополнительные затраты физической энергии стригателя и наблюдается болевой эффект у животного.

Работы по совершенствованию стригальной машинки продолжались и на заводе «Актюбсельмаш». А. Акылбеков и В.Ю. Лидтке [18] предложили для стрижки животных машинку с дополнительной гребенкой. С целью улучшения процесса стрижки для высокого среза волокон шерсти, зубья

дополнительной гребенки расположены перед зубьями режущей пары. С фронтальной стороны они выполнены вогнутыми, под углом относительно плоскости режущей пары. Верхние концы дополнительной гребенки расположены выше плоскости среза, соединены перемычкой, при этом передняя часть зубьев ниже вогнутого участка образует остроугольный наклон.

Применение предложенной машинки для стрижки животных, на наш взгляд экономически не выгодно, т.к. высота среза шерсти увеличится до 10 – 15 мм, и таким образом можно недополучить примерно 150 – 200 гр. шерсти от каждого животного. При этом исполнителю сложно проводить техническое обслуживание режущей пары.

К.А. Дроздов [20], для предотвращения травматизма животных предложил устройство для стрижки с дисковым режущим аппаратом. Устройство содержит корпус с гребенчатым основанием и крышкой со средствами ее фиксации, дисковый нож, размещенный в корпусе на оси, и привод перемещения ножа.

Предложенное устройство позволяет снизить травматизм при стрижке, кроме того, увеличение скорости резания способствует получению более качественного среза, что скажется и на увеличении производительности стригалю. Недостаток этого устройства - сложность конструкции и, как следствие, проблемы с техническим обслуживанием. Сложность привода, низкую маневренность и увеличение металлоемкости также можно отнести к недостаткам этого устройства.

Коллектив АЧГАА в составе Н.П. Алексенко, А.М. Семенихина, И.А. Шишиной, В.И. Щербины, В.Ф. Яламова и В.И. Луценко [223] предложил усовершенствовать нож стригальной машинки. Нож выполнен в виде коробчатой детали со спинкой и зубьями, которые имеют носик, основание и боковые поверхности с полосами рифления. Рифление представляет собой чередующиеся выступы и впадины, которые образуют в плоскости резания режущие кромки. Для повышения производительности труда исполнителя и

износостойкости ножа, полосы рифления распределены равномерно или с изменяющимся шагом от 1 мм у носика зуба до 2,5 мм у его основания.

Тот же коллектив предложил [224] заполнить полости зубьев ножа наполнителем, который включает антифрикционное вещество (графит или пластмасса) для снижения энергоемкости привода машинки, повышения износостойкости режущей пары и улучшения качества остриженной шерсти.

В Австралии разработан робототехнический комплекс для стрижки овец [43]. В качестве режущего аппарата в нем использован луч лазера. Пучок лазера пережигает шерстинки у основания. Сложность в использовании лазера заключается в том, чтобы биологический объект – остригаемое животное – был зафиксирован и находился в неподвижном состоянии. Кроме того, необходима высокая подобранность стада, в противном случае требуется много времени на дополнительную перенастройку оборудования. Тем не менее, следует отдать должное качеству работы режущего аппарата. В будущем возможно использование лазера на полностью автоматизированных поточных линиях стрижки животных.

Таким образом, рассмотрев существующие конструкции стригальных машинок, элементов режущих аппаратов, устройств стрижки и привода, нами разработана классификация стригальных машинок, рис. 2.2.

Таким образом, наиболее экономически эффективные технические решения были реализованы в машинках, предлагаемых ведущими фирмами-производителями стригальной техники «Актюбсельмаш» на территории СНГ, «Lister», «Heiniger» в Европе. Но ошибочно полагать, что наличие научно обоснованного и практически выверенного технического оснащения в полной мере может обеспечить эффективное взаимодействие системы «человек-машина-животное».

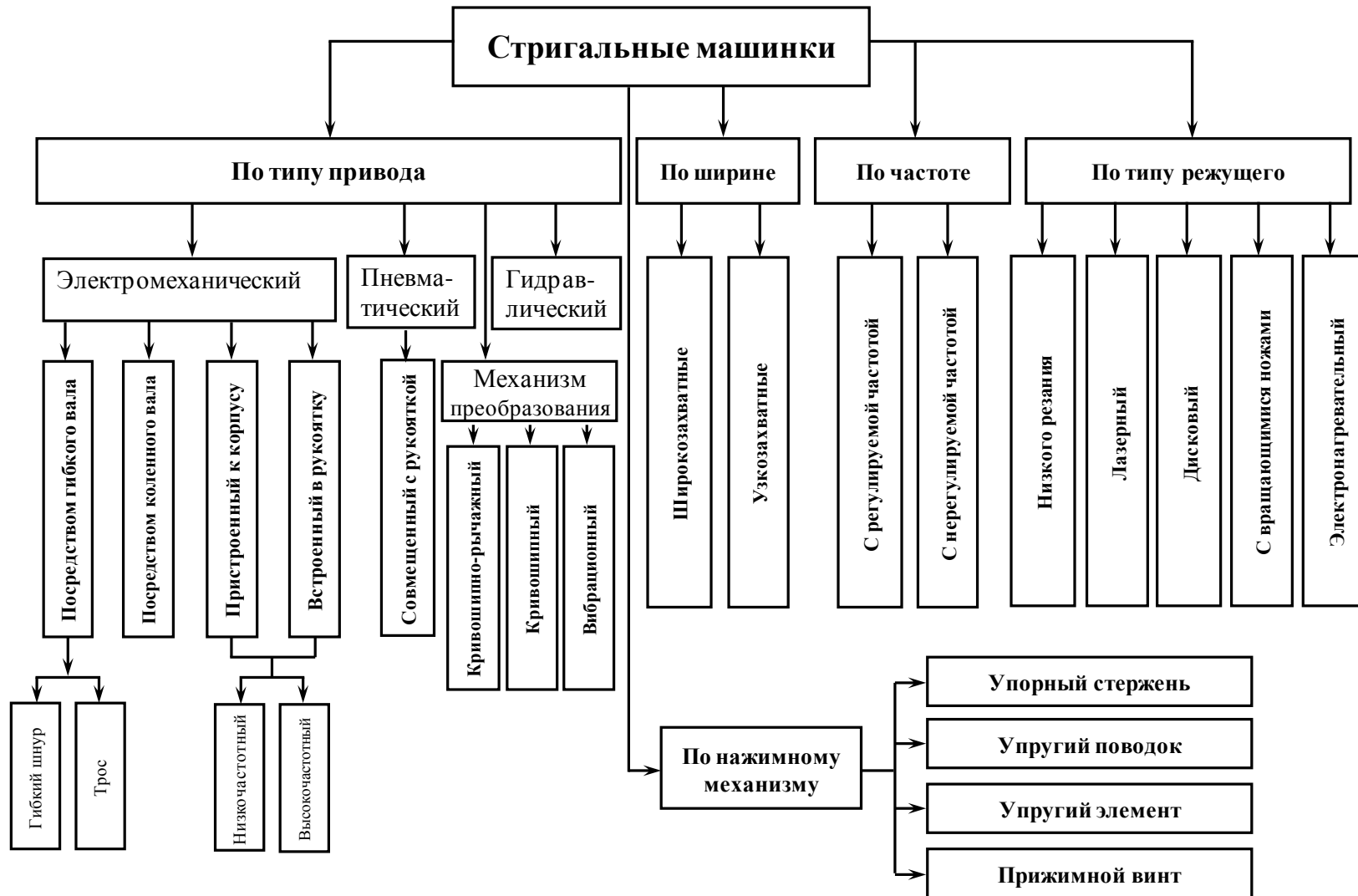


Рис. 2.2. Классификация стригальных машинок

2.2.3. Подсистема «животное»

Овцы относятся к жвачным животным, с хорошо развитым пищеварительным трактом. Особенность этих животных заключается в способности поедать практически все виды травяной растительности, в том числе и сорную. Научно обосновано и подтверждено практикой, что овцы полноценно используют пастбища и грубые корма, низко скусывая траву, обеспечивая тем самым полноценное использование ресурса.

Больше всего продуктивности овец способствует содержание и кормление на открытом воздухе. При этом настриг шерсти увеличивается на 20%, возрастает ее крепость. Но вместе с тем, овцы отличаются высокой приспособляемостью к природно-климатическим условиям конкретной среды обитания настолько сильно, что их перемещение в сравнительно близкие районы (250...300 км) могут вызвать заболевания и даже падеж [200].

Овцы очень пугливы, и поэтому подвержены влиянию стрессовых факторов. При постоянном стрессовом воздействии наблюдается снижение продуктивности и ухудшение самочувствия.

Густой шерстный покров способствует устойчивости овец к холоду, а следовательно отпадает необходимость в отапливаемых помещениях, но при этом они очень чувствительны к сырости и сквознякам, легко восприимчивы к простудным заболеваниям.

Непременное условие получения высококачественной шерсти – проведение стрижки в короткие сроки. Сроки стрижки зависят от природно-климатических условий, породы животных, механизации всего процесса. Качество получаемой и будущей шерсти во многом зависит от правильной организации и проведения стрижки. Проведенный с соблюдением правил процесс стрижки обеспечивает полноценный рост новой шерсти, удовлетворительное физическое и физиологическое состояние животных [59, 114].

Грубошерстных и полугрубошерстных овец стригут два раза в год – весной и осенью. Тонкорунных и полутонкорунных стригут раз в год – в конце мая или начале июня. Весеннюю стрижку проводят с наступлением устойчивой теплой погоды, чтобы избежать простудных заболеваний овец в первые 10 – 15 дней после стрижки. Недопустима слишком поздняя стрижка – шерсть, сваливается, засоряется растительным сором, ухудшается ее качество. Кроме того, у овец грубошерстных и полугрубошерстных пород может быть потеря шерсти вследствие естественной линьки. Осеннюю стрижку обычно проводят в сентябре, с учетом погодных и хозяйственных условий. Более поздние сроки стрижки нежелательны, так как овцы до наступления зимних холодов не успевают обрасти шерстью [77, 120].

Перед стрижкой овцы должны пройти 12 – 14 часовую голодную выдержку, так как накормленные животные плохо переносят стрижку и нередко бывают случаи заворота кишок [84]. Поэтому отары на стригальный пункт подают вечером, накануне стрижки. При стрижке маточных отар, ягнят отбивают и держат в базу или в помещении около стригального пункта.

На период стрижки в каждом хозяйстве оборудуют один или несколько стригальных пунктов, которые размещают так, чтобы стрижка прошла в оптимальные сроки, и не было чрезмерного стравливания пастбищ вокруг пунктов и потери упитанности, животных при перегоне. Расстояние перегона овец к месту стрижки не должно превышать 25 километров [214].

Стригальный пункт организуют так, чтобы обеспечить поточность и непрерывность всего технологического процесса и создать максимум удобств для стригалей и других рабочих. Передвижение овец должно происходить в одном направлении. Путь следования состриженной шерсти от стригалей на первичную обработку и классировку не должен прерываться встречными переносками.

Помещение, в котором оборудуют стригальный пункт, должно быть светлым и достаточно просторным, чтобы у каждого стригалей было свое рабочее место, достаточно просторное для размещения инвентаря, отдельная

зона для оборудования классировки, отбора образцов, прессования и взвешивания шерсти и так же маркировки и хранения кип [281].

Не остриженные овцы находятся в загонах, закрепленных за каждым стригалем. Эти загоны с решетчатым полом расположены вблизи рабочего места стригалей. Остриженные овцы до определения качества стрижки также содержатся отдельно, в специальных счетных загонах, закрепленных за конкретным стригалем.

Во время стрижки в помещении должен быть приток свежего воздуха, но без сквозняков.

Таким образом, можно сделать заключение, что овцы – хорошо приспособляемые к природно-климатическим условиям животные, не требовательны к кормовой базе, но вместе с тем плохо переносят грубое отношение, сквозняки и высокую влажность.

2.2.4. Перспективные направления совершенствования процесса стрижки

Для определения перспективных направлений совершенствования процесса стрижки нами разработана математическая модель функционирования БТС применительно к рассматриваемому процессу по аналогии с разделом 1.5.

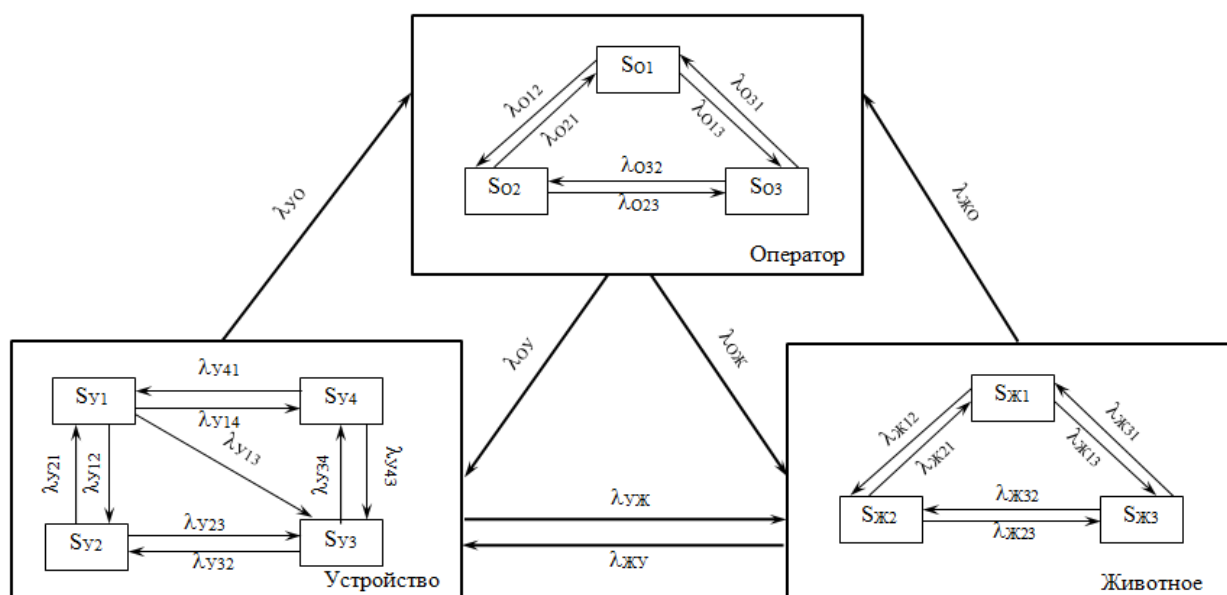
Построена графовая модель для процесса стрижки, обозначение на которой:

Животное:

$S_{ж1}$ – животное в нормальном физиологическом состоянии, получаемая продукция – высокого качества;

$S_{ж2}$ – животное в беспокойном состоянии, но получаемая при этом продукция удовлетворительного качества;

$S_{ж3}$ – животное в беспокойном состоянии, наблюдается снижение продуктивности и качества получаемой продукции;



Графовая математическая модель состояния биотехнической системы
процесса стрижки овец

Устройство:

S_{y1} – устройство в рабочем состоянии, способствует получению продукции высокого качества;

S_{y2} – устройство в рабочем состоянии, но требует регулировки конструктивно – режимных параметров, получаемая продукция высокого или среднего качества;

S_{y3} – устройство допускает отказы в работе и снижает качество получаемой продукции;

S_{y4} – устройство не работоспособно;

Оператор:

S_{o1} – оператор выполняет процесс механической обработки кожного покрова животного в соответствии с технологическим регламентом и способствует получению продукции высокого качества;

S_{o2} – оператор не полностью выполняет технологический регламент, что не способствует получению продукции высокого качества;

S_{o3} – оператор выполняет технологический регламент с грубыми нарушениями, что приводит к получению продукции низкого качества,

нарушению работы подсистемы «устройство», ухудшению физиологического состояния подсистемы «животное».

Исходя из этого, система уравнений (1.1) примет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dP(S_o)}{dt} = -\lambda_{o12}P(S_{o1}) - \lambda_{o13}P(S_{o1}) + \lambda_{o21}P(S_{o2}) + \lambda_{o31}P(S_{o3}) - \lambda_{o23}P(S_{o2}) + \lambda_{o32}P(S_{o3}) - \lambda_{ож}P(S_o) + \\ \quad + \lambda_{жсо}P(S_{жс}) - \lambda_{оу}P(S_o) + \lambda_{юо}P(S_y) \\ \frac{dP(S_{жс})}{dt} = -\lambda_{жс12}P(S_{жс1}) - \lambda_{жс13}P(S_{жс1}) + \lambda_{жс21}P(S_{жс2}) + \lambda_{жс31}P(S_{жс3}) - \lambda_{жс23}P(S_{жс2}) + \lambda_{жс32}P(S_{жс3}) - \\ \quad - \lambda_{жсо}P(S_{жс}) + \lambda_{ожс}P(S_o) - \lambda_{жсу}P(S_{жс}) + \lambda_{южс}P(S_y) \\ \frac{dP(S_y)}{dt} = -\lambda_{y12}P(S_{y1}) - \lambda_{y13}P(S_{y1}) - \lambda_{y14}P(S_{y1}) + \lambda_{y21}P(S_{y2}) + \lambda_{y41}P(S_{y4}) - \lambda_{y23}P(S_{y2}) + \lambda_{y32}P(S_{y3}) - \\ \quad - \lambda_{y34}P(S_{y3}) + \lambda_{y43}P(S_{y4}) - \lambda_{юо}P(S_y) + \lambda_{оу}P(S_o) - \lambda_{южс}P(S_y) + \lambda_{жсу}P(S_{жс}) \\ P(S_o) + P(S_{жс}) + P(S_y) = 1 \end{array} \right.$$

где λ_{ij} – интенсивность перехода подсистемы из состояния S_i в состояние S_j .

Для решения этих уравнений необходимо задать начальные условия. Приняв условие, что в начальный момент времени вся система находится в состоянии S_I , тогда все остальные вероятности будут равны 0.

В теории случайных процессов доказывается, что если число n состояний конечно и из каждого из них можно (за конечное число шагов) перейти в любое другое, то существуют финальные вероятности. При $t \rightarrow \infty$ в системе устанавливается предельный стационарный режим, при котором система случайным образом меняет свои состояния, но их вероятности уже не зависят от времени. А если вероятности постоянные, то их производные равны нулю. Таким образом, для нахождения финальных вероятностей необходимо все левые части уравнений системы дифференциальных уравнений положить равными нулю, в результате получается система линейных алгебраических уравнений.

Исходя из выше изложенного, имеем: для подсистемы «Оператор»:

$$\begin{cases} \lambda_{o12}P(S_{o2}) - \lambda_{o21}P(S_{o1}) + \lambda_{o31}P(S_{o3}) - \lambda_{o13}P(S_{o1}) = 0 \\ \lambda_{o32}P(S_{o2}) - \lambda_{o23}P(S_{o3}) + \lambda_{o12}P(S_{o2}) - \lambda_{o21}P(S_{o1}) = 0 \\ \lambda_{o13}P(S_{o3}) - \lambda_{o31}P(S_{o1}) + \lambda_{o23}P(S_{o3}) - \lambda_{o32}P(S_{o2}) = 0 \\ P(S_{o1}) + P(S_{o2}) + P(S_{o3}) = 1 \end{cases}$$

Задавшись величинами λ (на основании хронометража процесса стрижки и данных других исследователей) решение этой системы не вызывает труда.

λ	λ_{12}	λ_{21}	λ_{13}	λ_{31}	λ_{23}	λ_{32}
Знач., (ч)	1/2	1/6	1	5/12	1/6	1/4

Следует отметить, что различной квалификации оператора значения λ будут различными (выше приведены значения λ для стригалей средней квалификации с сменной выработкой 30 – 35 голов)

В результате имеем: $P(S_{O1}) = 55\%$, $P(S_{O2}) = 11\%$ $P(S_{O3})=34\%$

Из чего можно заключить вероятность нахождения звена оператор в благоприятном состоянии (S_{O1}) составляет 55%.

Аналогичным образом решаются уравнения для звеньев «Устройство» и «Животное».

Величина интенсивности перехода звеньев из одного состояния в другое будет зависеть от квалификации исполнителя, для «Устройство» интенсивность кроме прочего будет зависеть от внешних условий и критериев надежности основных узлов, а интенсивность перехода «Животного» зависит от внешних воздействий и стрессоустойчивости.

Для определения интенсивности звена «Устройство» (стригальная машинка) были взяты данные полученные Н.П. Алексенко (Повышение надежности технологического оборудования для стрижки овец. Автореф. дисс. ...доктора техн. наук. – зерноград, 2006.) и Н.П. Малашенко [188], а так же материалы собственных исследований.

Интенсивность перехода системы «Животное» определена по результатам собственных наблюдений, исследований В.Д Позднякова, Ю.А. Мирзоянца и исследований [361].

В результате решения получены следующие результаты:

$$P(S_{Ж1}) = 21\%, P(S_{Ж2}) = 15\%, P(S_{Ж3})=64\%$$

$$P(S_{У1}) = 41\%, P(S_{У2}) = 29\%, P(S_{У3})=7\%, P(S_{У4}) = 23\%$$

Анализ полученных результатов показывает необходимость и возможность совершенствования технологического звена «Устройство» с целью повышения вероятности нахождения этой подсистемы в благоприятном состоянии ($S_{У1}$).

На основании вышеизложенного нами предложены перспективные направления по совершенствованию процесса стрижки [321, 323, 337, 338], рис. 2.3. Условно они распределены на четыре блока.

Первый блок – совершенствование стригальной машинки. В работах В.И. Крисюка, О.Г. Ангилеева, Ю.А. Мирзоянца отмечается, что совершенствование стригальных машинок следует вести в нескольких направлениях. В частности снижение массы стригальной машинки, устранении её вибрации будет способствовать снижению утомляемости стригаля, а следовательно как ручной инструмент она будет более физиологична. Снижения нагрузки на кисть и предплечье позволит совершенствовать приемы стрижки. С появлением новых композиционных материалов, которые по своим прочностным характеристикам не уступают

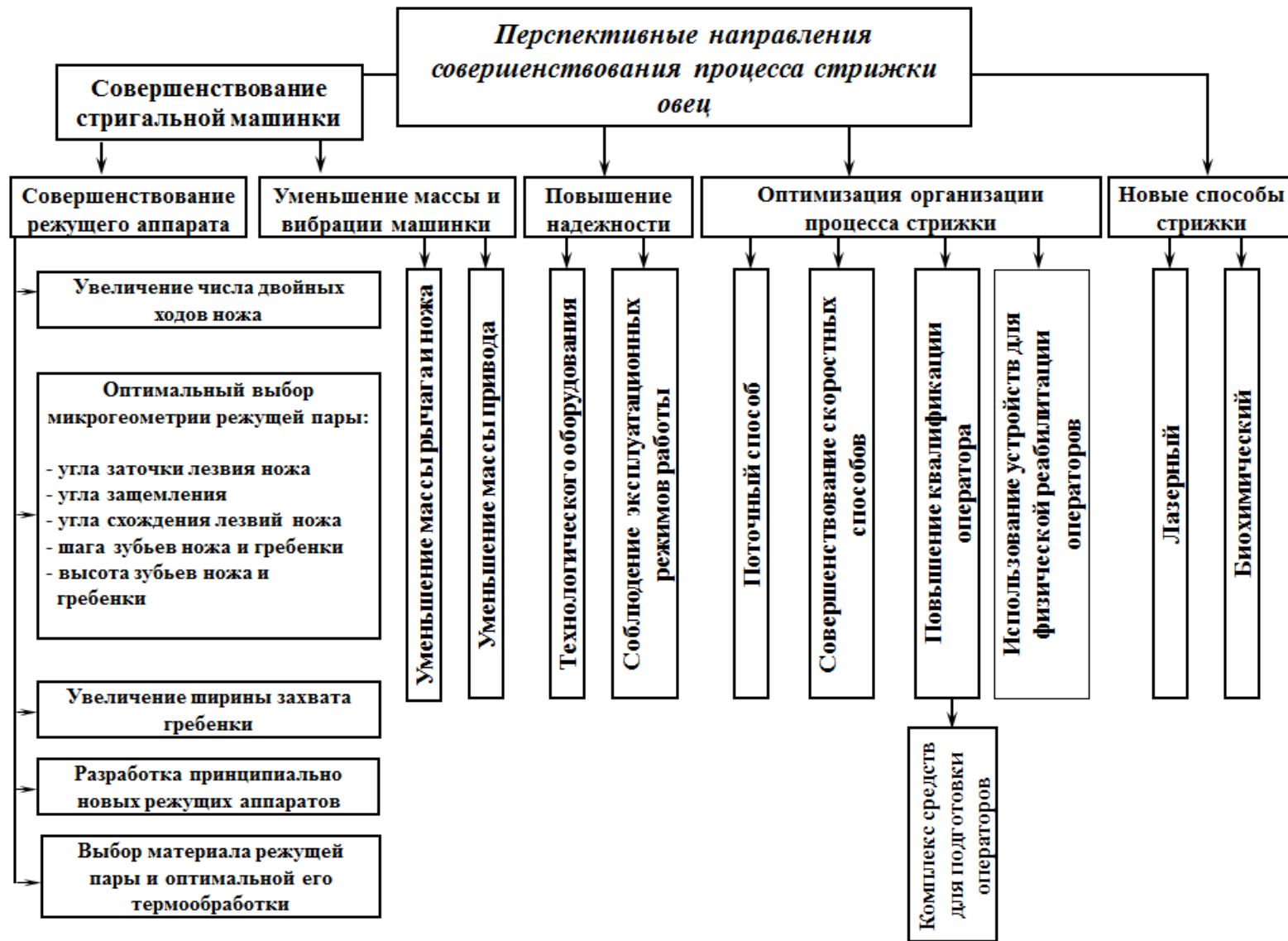


Рис. 2.3. Основные направления совершенствования процесса стрижки.

высококачественным стальным сплавам, имея при этом меньшую плотность, возможно изготовление корпуса, рычага, привода из этих материалов. Второе не менее важное направление по снижению сопротивления перемещению стригальной машинки в шерстном покрове – совершенствование режущего аппарата. Увеличение числа двойных ходов будет способствовать более низкому и качественному срезу шерсти, более полноценной реализации способностей высококвалифицированных стригалей по скорости перемещения машинки по поверхности кожного покрова овцы. Оптимизация микрогеометрии режущей пары (ножа и гребенки) способствует более легкому внедрению в шерстный покров, минимизирует работу сил резания, что в целом способствует снижению усилий для перемещения стригальной машинки.

Второй блок направлений – повышение устойчивости протекания технологического процесса стрижки. Это возможно при обеспечении бесперебойной работы технологического оборудования, соблюдения эксплуатационных режимов работы, своевременного и тщательного проведения технического обслуживания узлов и агрегатов стригальной техники.

Третий блок - является оптимизацией самого технологического процесса. Использование прогрессивных способов стрижки. Скоростной способ (австралийский, оренбургский), в основе положены приемы, используемые стригалями Новой Зеландии и Австралии. При этом овец стригут не связывая, в «сидячем» положении. Стригаль сам ловит овцу, подводит ее к рабочему месту и остригает, применяя ряд приемов в строго определенном порядке.

При такой стрижке требуется меньшее количество обслуживающего персонала (стригаль работает без подавальщиков овец и точильщика), отпадает необходимость в стеллажах, животное меньше травмируется, и руно получают целое без разрывов. Опытный стригаль, овладевший приемами

стрижки, за один день остригает 60 – 80 и больше тонкорунных овец вместо 30 – 40 при стрижке на стеллажах.

При поточном способе стрижку осуществляют на столах – тележках. Практика проведения стрижки поточным методом показала, что столы тележки позволяют разделить процесс стрижки на две – пять операций, каждую из которых выполняет отдельный стригаль. Разделение процесса способствует повышению квалификации стригалья, росту производительности труда и улучшению качества стрижки. Производительность труда при этом повышается примерно на 30% по сравнению со стрижкой овцы на том же столе – тележке одним человеком.

Совершенствование прогрессивных способов стрижки, в совокупности с повышением квалификации стригалья, дают высокую производительность и хорошее качество получаемой продукции.

Решению задачи по повышению квалификации начинающих операторов поможет тренажерный комплекс, который позволяет в короткие сроки получить теоретические и практические основы начинающими исполнителями, а также восстановить утраченные профессиональные навыки операторами средней и высокой квалификации.

Обучение на тренажерах возможно на различных режимах, начиная с ознакомления, формирования навыков, отработки приемов и заканчивая доведением этих приемов до совершенства [338].

Исследования трудовой деятельности операторов биотехнических систем [80, 234] свидетельствует о том, что причиной не эффективной работы, является низкий уровень функционального состояния организма человека-оператора. На наш взгляд, дальнейшее повышение эффективности работы человека-оператора в биотехнических системах лежит в сфере интеграции его психологического и физиологического потенциала с комплексом социально-бытовых мероприятий на рабочем месте. Достаточная мотивация трудовой деятельности, рациональное сочетание режимов активного труда (процесс снятия руна с овцы) с пассивным и активным

отдыхом (физической реабилитацией) на реабилитационных устройствах, позволит увеличить производительность операторов на 17 – 23 %.

Четвертый блок – продолжение исследований по новым способам обезрунивания животных, таким как биохимический, лазерный. Развитие новых технологий в различных отраслях науки и техники, а также симбиоз знаний позволят снизить затраты на новые технологии и оборудование для их реализации.

В основном наши исследования были направлены на совершенствование режущего аппарата стригальной машинки, с целью уменьшения сопротивления перемещению по кожному покрову овец, получения качественного среза шерсти.

Согласно схеме проектирования средств для механической обработки кожного покрова (глава 1), необходимо рассмотреть физико-механические свойства шерсти, как производной кожного покрова, а также силовое взаимодействие стригальной машинки с шерстным покровом. Это позволит решить задачи связанные с минимизацией энергетических и физических затрат при обработке кожного покрова животного с целью получения шерсти.

2.3. Физико - механические свойства и особенности шерстного покрова овец

Тело овец покрыто волосистой кожей и производными кожного покрова. Их внешний вид, консистенция, температура и чувствительность отражают состояние обмена веществ и функций ряда систем органов.

Кожа защищает организм от внешних воздействий, посредством множества нервных окончаний выполняет функции рецепторного звена кожного анализатора внешней среды. Через множество потовых и сальных желез выделяется ряд продуктов обмена веществ, а через устья волосяных мешков и кожных желез поверхность кожи может впитывать небольшое

количество растворов. Кровеносные сосуды кожи могут вместить до 10% крови организма животного, поэтому кожа представляет собой хранилище крови. Сужение и расширение сосудов имеет существенное значение в регуляции температуры тела (около 82% всех тепловых потерь организма происходит через поверхность кожи).

Большая часть поверхности кожи овец покрыта волосяным покровом, шерстью, обладающей способностью к прядению. Вид шерсти обуславливается происхождением, характерными признаками и свойствами.

Шерсть – волокно животного происхождения, достаточно гибкое, обладающее прочностными характеристиками, характеризуется незначительным поперечным размером, ограничена по длине [44, 111, 120, 176, 291].

Шерстное волокно растет из волосяных луковиц, расположенных в кожном покрове. В верхнюю часть волосяных каналов выходят сальные железы, выделяющие шерстный жир. К части каналов волосяных луковиц имеют доступ потовые железы, выводящие пот. Шерстный жир и пот образуют жиропот. По состоянию жиропота можно судить о физиологическом состоянии кожного покрова животного. Его дефицит увеличивает сопротивление перемещению стригальной машинки, повышается энергоемкость процесса стрижки.

Важные качества шерсти – малая теплопроводность, гигроскопичность. К основным показателям физико-механических свойств шерсти относят: тонины, длину, густоту, извитость, прочность, растяжимость, упругость, эластичность, мягкость, цвет, блеск, гигроскопичность, влажность.

Тонина (ГОСТ – 17514-93) – среднее значение размера поперечного сечения шерстяных волокон. Тонина систематический признак в классификации шерсти. Однородная тонкая шерсть – 17...25мкм, полутонкая – 26, 28, 30 мкм, полугрубая – 33 ... 39 мкм.

Длина шерсти (ГОСТ 284491-90) во многом зависит от разновидности и типа волокон, половозрастных характеристик животного, особенностей

кормления и содержания. Средняя длина составляет от 25 мм до 90 мм. Различают пять категорий длины.

Густота шерсти – определяется количеством шерстяных волокон растущих на одном квадратном сантиметре (может достигать 8000).

Извитость шерстяных волокон – способность образовывать вдоль продольной оси волнистую кривую, напоминающую синусоиду. Характеризуется числом витков на 1 см длины волокна [200].

Прочность (ГОСТ 20269-93) – наибольшее усилие, выдерживаемое шерстяными волокнами до разрыва. Это один из основных технологических признаков, определяющий производственное назначение шерсти.

Растяжимость – свойство волокон шерсти растягиваться под действием нагружения, приложенного вдоль оси волокна. Характеризуется величиной относительного разрывного удлинения на ед. нагрузки, %/Н. Показатель технологических свойств шерсти.

Упругость – способность волокон восстанавливать полностью или частично форму и объем после прекращения деформирующего воздействия. Характеризует технологические и эксплуатационные свойства шерсти.

Эластичность – интенсивность восстановления шерстью первоначальной формы после прекращения деформирующего воздействия.

Мягкость – определяется тониной и соотношением шерстяных волокон (пуховое, переходное, острое, кроющий волос и т.д.)

Влажность – определяет количество содержащейся в шерсти воды, удерживаемой механически. Норма влажности на мытую шерсть 17% по отношению к массе абсолютно сухой шерсти.

Цвет – обусловлен наличием пигмента меланина и его окраской. Определяют органолептически при классировке и сортировке шерсти.

Блеск – зависит от строения волокна, наличия и количества пигмента.

Основные показатели физико-механических свойств шерсти, по данным А.П. Гастаева и С.Б. Салихова, [168]:

Максимальная температура нагрева, при которой шерсть не теряет свои качества – 373 °К; Температура воспламенения – 773...833 °К; Удельная массовая теплоемкость – 1257 Дж/(кг·°К); Теплопроводность – 0,035 Вт/(м·°К); Коэффициент трения по стали – 0,46; Угол трения по стали – 25°; Плотность в рунах после стрижки – 130...150 кг/м³; Объем воздуха в массе шерстных волокон – 5...15 %.

Состав не мытой шерсти зависит от вида шерсти, так в мереносовой 38,0 % составляют шерстяные волокна, 25,2% - жиропот, 36,8 % - другие примеси и засорители, в то же время помесная тонкорунная и полутонкорунная в среднем содержит шерстяных волокон – 45,5%, жиропота – 19,1%, примесей и засорителей – 35,4%.

2.4. Анализ силового взаимодействия режущих элементов стригальной машинки с шерстным покровом овец

В основном, в режущих аппаратах серийно выпускаемых стригальных машинок используется принцип резания шерсти лезвием, образованным по линии пересечения граней или фасок ножа. Режущие аппараты стригальных машинок, как и жатвенных машин, работают по принципу ножниц [63, 91, 257]. Теория резания применительно к сельскохозяйственным машинам была разработана академиком В.П. Горячкиным [90] и его учениками [43]. Так, как процесс резания различных материалов имеет много общего, то многие положения этой теории, как отмечает В.А. Зяблов [124], можно применить к резанию шерсти с помощью стригальной машинки.

Основным параметром, характеризующим резание лезвием, является направление перемещения ножа относительно материала или угол постановки лезвия относительно направления движения ножа [257]. Этот угол между нормалью к лезвию и направлением его перемещения называется углом скольжения - τ (рис.2.4).

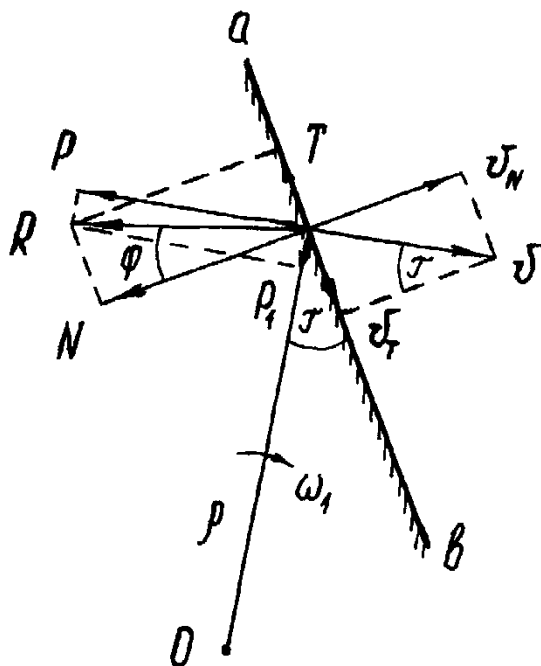


Рис. 2.4. Схема разложения сил на прямолинейном лезвии

Скорость, какой либо точки лезвия ab , вращающегося вокруг центра O , с углом τ можно разложить на две составляющие: V_T вдоль лезвия, оказывает на материал скользящее действие и V_N перпендикулярно лезвию оказывает рубящее.

Скользящее резание является процессом перепиливания материала зубчиками лезвия. Значение $\varepsilon = \frac{V_T}{V_N} = \operatorname{tg} \tau$ - коэффициент скольжения или коэффициент продольного перемещения [86, 110, 203].

На лезвие ab , при его контакте с разрезаемым материалом, действует сила P сопротивления материала резанию (направленная в сторону, противоположенную вектору скорости) и сила P_1 (направленная вдоль радиуса вращения лезвия ρ).

Резание шерсти, возможно, только при том случае, когда угол скольжения находится в пределах $0^\circ < \tau < 90^\circ$, при котором силы P , P_1 и отношения между ними меняются. В соответствии с этим суммарная сила R , а также, полученные в результате ее разложения нормальная к лезвию сила

N и направленная по лезвию тангенциальная сила T приобретает различные значения [186].

В режущих аппаратах стригальных машинок лезвия зубьев подвижного ножа являются активной режущей частью, а лезвие зубьев неподвижно укрепленной на корпусе машинки гребенки служат подпором срезаемой ножом шерсти и являются пассивной противорежущей частью.

Через φ_1 и φ_2 обозначены углы трения, N_1 и N_2 нормальные реакции на пучок шерсти со стороны лезвий зуба ножа и зуба гребенки (рис. 2.5). В этом случае силы трения, возникающие между пучком шерсти и лезвиями, будут соответственно равны: $F_1 = f_1 \cdot N_1$ и $F_2 = f_2 \cdot N_2$, где $f_1 = \operatorname{tg} \varphi_1$ и $f_2 = \operatorname{tg} \varphi_2$ - коэффициенты трения [172]. Равнодействующая R сил N_1 и N_2 выталкивает пучок шерсти из раствора лезвий, а равнодействующая F сил F_1 и F_2 удерживает этот пучок в створе. Из этого следует [89], что исключение выталкивания срезаемой шерсти из раствора лезвий, обеспечивается при условии $R \leq F$. Что соблюдается при $\chi_1 + \chi_2 = \chi \leq \varphi_1 + \varphi_2$, где χ - угол раствора лезвий, получивший название угла защемления, для нормального резания необходимо выдерживать условие: $\chi \leq 2\varphi$.

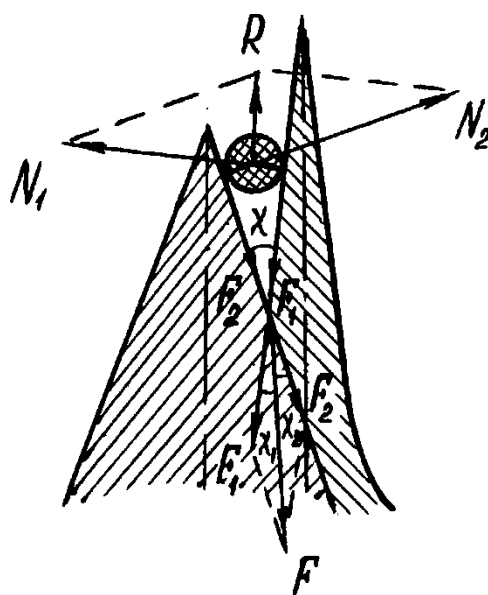


Рис.2.5. Схема действия сил при резании пучка шерсти режущей парой стригальной машинки по принципу ножниц

В.А. Зяблов [124, 125] получил закономерности, отражающие изменения величины коэффициента трения овечьей шерсти по стальному лезвию в зависимости от угла заточки β и силы нормального давления на материал N . По исследованиям этого же автора, с увеличением скорости движения ножа коэффициент трения между шерстью и лезвием уменьшается. Коэффициент трения определяет значение угла заточки режущей пары и углов защемления между лезвием ножа и гребенки.

По данным В.А. Зяблова [126], в режущих аппаратах стригальных машинок желательно использовать режущие пары с углом заточки $\beta = 50^\circ$. По его же данным [124, 125], при угле защемления $\chi = 25^\circ$ обеспечивается качественный срез тонкорунной шерсти вплоть до скорости 2,25 м/с.

Т.И. Егорова [110] рекомендует принимать значение угла трения между шерстью и сталью 25° .

М.И. Рыбаков [263] предлагает считать коэффициент трения шерсти по стали $f \cong 0,46$, а угол трения $\varphi \cong 25^\circ$. Угол трения шерсти по лезвию $\varphi = 12,5^\circ$.

Анализируя работу режущего аппарата жатвенных машин, В.П. Горячкин [90] установил, что в процессе его работы появляются площадки, по которым нож пробегает дважды, т.е. имеют место площадки двойного пробега ножа. Они составляют до 50% обрабатываемой площади. В.П. Горячкин считал, что на площадках двойного пробега ножа имеет место повторный срез.

В работе режущего аппарата стригальных машинок по исследованиям В.А. Зяблова [124, 126], также наблюдаются площадки двойного пробега ножа, а следовательно имеется повторный срез шерсти, приводящий к образованию сечки.

Разделению шерсти на части под воздействием лезвия предшествует процесс предварительного сжатия шерсти между лезвием ножа и лезвием гребенки до возникновения на кромке ножа разрушающего контактного напряжения - σ_p . Момент возникновения σ_p определяется значением $P_{кр}$,

прикладываемого к ножу и преодолевающего сопротивления различного происхождения, возникающие в шерсти при работе стригальной машинки.

В большинстве случаев при резании упруго–вязкого материала [253, 254, 256, 307] усилие $P_{кр}$, при котором завершается процесс сжатия и начинается процесс резания (шерсти), является максимальным из всех усилий, возникающих в процессе резания, и становится наиболее важным объектом исследований [257].

Рассмотрим взаимодействие лезвия с шерстью при его внедрении в нормальном, относительно кромки, направлении.

Шерстный покров овцы [52, 109, 242] представляет собой вертикально стоящие на теле животного волокна шерсти, промежутки между которыми заполнены жиропотом [171, 172]. При такой модели шерстного покрова срез пучка шерсти происходит не у противорежущей кромки зуба гребенки, а раньше, поскольку густо стоящие шерстинки и находящийся между ними жиропот создают взаимную опору, уплотняясь при срезе.

При углублении лезвия в слой шерсти толщиной h (рис. 2.6 а) на величину $h_{сж}$, когда на его кромке возникает σ_p , начинается процесс резания.

На нож действуют следующие силы: $P_{рез}$ – сопротивление резанию шерсти под кромкой лезвия, направленное влево; $P_{обж}$ – силы обжатия шерстью лезвия ножа, имеющие вертикальное направление и действующие на боковые грани лезвия (они возникают в результате расширения слоя шерсти, вызванного внедрением в него клина лезвия); $P_{сж}$ – сопротивление слоя сжатию фаской лезвия, направленное влево.

Следовательно, на фаску лезвия действует сила N , являющаяся суммой проекций сил $P_{сж}$ и $P_{обж}$ на направление нормали:

$$N = P_{сж} \sin \beta + P_{обж} \cos \beta, \quad (2.1)$$

где β - угол заточки лезвия.

От нормальной силы N на фаске лезвия возникает сила:

$$T_2 = N f. \quad (2.2)$$

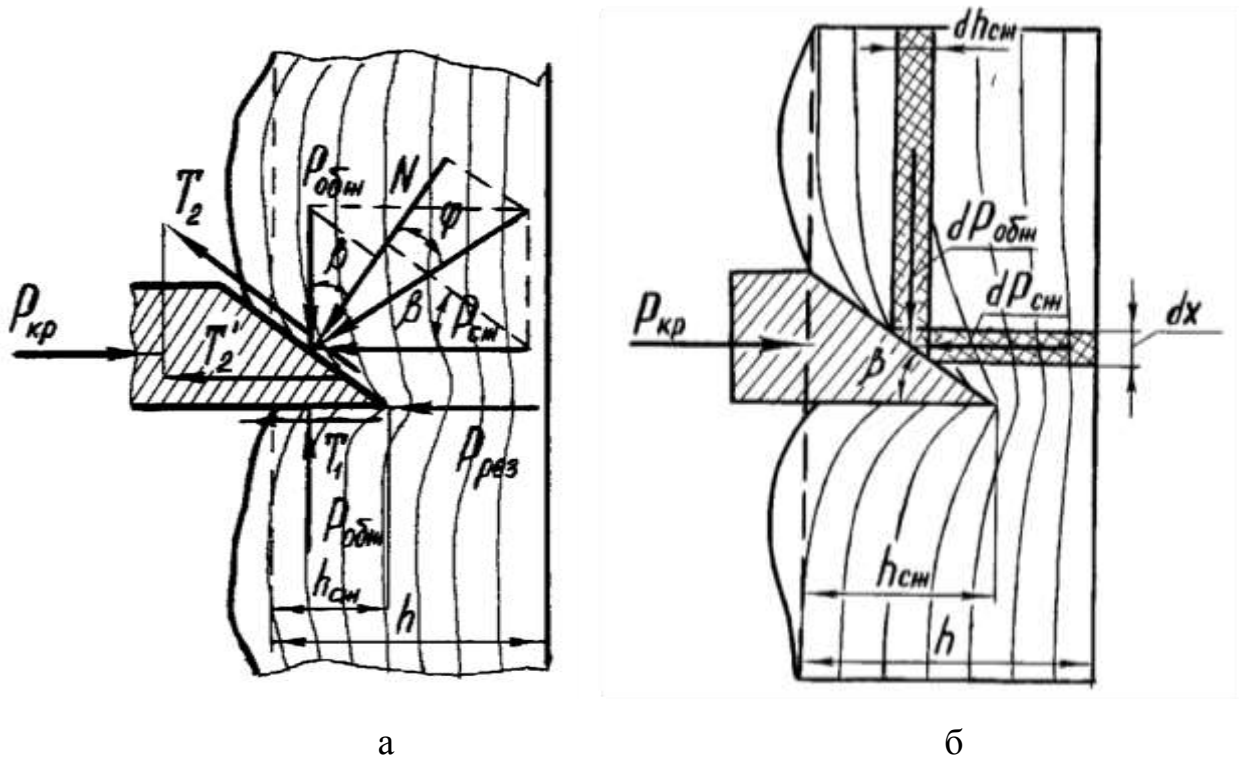


Рис. 2.6. Силовое взаимодействие лезвия с материалом:
 а – сопротивления, возникающие при внедрении лезвия ножа в материал, б – схема к определению усилий $P_{сж}$ и $P_{обж}$.

Силу N можно выразить через угол трения:

$$N = \sqrt{P_{обж}^2 + P_{сж}^2} \cos \varphi. \quad (2.3)$$

На другой грани лезвия от силы $P_{обж}$ аналогичная сила T_1 :

$$T_1 = P_{обж} f, \quad (2.4)$$

T_1 направлена горизонтально влево, а T_2 под углом β , горизонтальная проекция силы T_2 равна:

$$T_2' = T_2 \cos \beta. \quad (2.5)$$

Подставив в выражение (2.5) значение N (выражение 2.1) получим:

$$T_2' = f \left(P_{сж} \frac{1}{2} \sin 2\beta + P_{обж} \cos^2 \beta \right) \quad (2.6)$$

В момент начала резания, приложенная к ножу критическая сила $P_{кр}$ должна преодолеть сумму всех сил, действующих в горизонтальном направлении, т.е.:

$$P_{кр} = P_{рез} + P_{сж} + T_1 + T_2'. \quad (2.7)$$

Сила $P_{рез}$ определяется как произведение площадки кромки лезвия $S_{кр}$ на разрушающее контактное напряжение σ_p :

$$P_{рез} = F_{кр} \sigma_p = \delta \Delta l \sigma_p, \quad (2.8)$$

где δ - толщина лезвия (острота); Δl – длина лезвия.

Разрушающее контактное напряжение σ_p определяется экспериментально: для грубой шерсти $\sigma_p = 160$ МПа, для тонкой $\sigma_p = 180$ МПа [241].

Для определения зависимости $P_{сж}$ и $P_{обж}$, входящих в выражение (2.7), от других величин, рассмотрим действие элементарных сил $dP_{сж}$ и $dP_{обж}$ (рис. 2.6 б) на фаску лезвия при внедрении ее в слой шерсти со стороны элементарных горизонтального и вертикального столбиков, выделенных из слоев. Относительное сжатие $\varepsilon_{сж}$ любого горизонтального столбика в пределах фаски на расстоянии x от вершины лезвия будет:

$$\varepsilon_{сж} = \frac{h_{сжx}}{h} \quad (2.9)$$

Для упрощения задачи принимаем, что:

$$\varepsilon_{сж} = \frac{\sigma}{E} \quad (2.10)$$

Зависимость между ε и σ в пределах предварительного сжатия шерсти $h_{сж}$ на основе экспериментов подчиняются закону, описанному в [252, 255].

Увеличение напряжения $\sigma = \frac{P_{сж}}{F}$ с увеличением $\varepsilon_{сж}$ отстает от роста силы $P_{сж}$ вследствие того, что с внедрением лезвия в слой при условии $h_{сж} < \frac{b}{\text{tg}\beta}$ (где b – толщина ножа), площадь S_x , на которую действует сила $P_{сж}$, растет по закону:

$$S_x = \Delta l h_{сж} \text{tg}\beta \quad (2.11)$$

Тогда, если силу $P_{сж}$ отнести к площади S_x , то зависимость между $\varepsilon_{сж}$ и σ подчиняется не закону пропорциональности, а степенному закону,

который применим для большинства упругих материалов (к ним можно отнести и шерсть). В нашем случае задачей является выявление закономерности изменения $P_{сж}$ в зависимости от относительного сжатия $\varepsilon_{сж}$. В качестве напряжения принимаем отношение $P_{сж}$ к первоначальной площади. Указанное допущение сводится к тому, что в выражении степенной зависимости:

$$\varepsilon_{сж} E = \sigma^n \quad (2.12)$$

мы принимаем показатель степени $n = 1$, хотя $n \neq 1$. Тогда элементарную силу сжатия $dP_{сж}$, действующую со стороны столбика площадью dS , длиной Δl , равной единице, и шириной dx можно представить в виде:

$$dP_{сж} = E \varepsilon_{сж} dh_{сж} \operatorname{tg} \beta \quad (2.13)$$

При подстановке $\varepsilon_{сж}$ получим:

$$\begin{aligned} dP_{сж} &= E \frac{h_{сжx}}{h} dh_{сж} \operatorname{tg} \beta; \\ P_{сж} &= \frac{E}{h} \operatorname{tg} \beta \int_0^{h_{сжx}} dh_{сж} = \frac{E}{2h} h_{сжx}^2 \operatorname{tg} \beta \end{aligned} \quad (2.14)$$

Таким образом, сила $P_{сж}$ необходимая для сжатия пучка шерсти фаской ножа, находится в квадратичной зависимости от величины $h_{сжx}$.

Если в вертикальном направлении относительная деформация равна ε_1 , то элементарная сила обжатия:

$$dP_{обж} = \varepsilon_1 E dh_{сж} \quad (2.15)$$

Относительную деформацию ε_1 в вертикальном направлении можно выразить через относительную деформацию в горизонтальном направлении известной зависимостью:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_{сж} \mu, \quad (2.16)$$

где μ - коэффициент Пуассона.

Подставляя значение $\varepsilon_{сж}$ из выражения (2.9) в выражение (2.16) получим:

$$\varepsilon_1 = \mu \frac{h_{сжx}}{h}$$

Элементарная сила, действующая со стороны вертикального столбика:

$$dP_{обж} = \varepsilon_1 E dh_{сж} = \mu \frac{h_{сжx}}{h} E dh_{сж} \quad (2.17)$$

Тогда сила, обжимающая фаску:

$$P_{обж} = \mu \frac{E}{h} \int_0^{h_{сжx}} h_{сжx} dh_{сж} = \mu \frac{E}{2} \frac{h_{сж}^2}{h} \quad (2.18)$$

Подставляя значение всех сил в выражение (2.7), можно получить значение $P_{кр}$:

$$P_{кр} = \delta \sigma_p + \frac{E}{2} \frac{h_{сж}^2}{h} \operatorname{tg} \beta + \frac{f \mu E}{2} \frac{h_{сж}^2}{h} + f \left(\frac{E h_{сж}^2}{4h} \operatorname{tg} \beta \sin 2\beta + \frac{\mu E}{2} \frac{h_{сж}^2}{h} \cos \beta \right)$$

после преобразования получим:

$$P_{кр} = \delta \sigma_p + \frac{E}{2} \frac{h_{сж}^2}{h} \left[\operatorname{tg} \beta + f \sin^2 \beta + \mu (f + \cos^2 \beta) \right] \quad (2.19)$$

Необходимо заметить, что выражение (2.19) будет иметь погрешность, обусловленную принятыми допущениями линейной связи $\sigma = f(\varepsilon_{сж})$. При условии $n \neq 1$ в выражении (2.12) значение усилия $P_{сж}$ нужно определять на основании:

$$dP_{сж} = \sqrt[n]{\frac{E}{h} \left(h_{сж} - \frac{x}{\operatorname{tg} \beta} \right)} dx; \text{ тогда } P_{сж} = \int_0^{h_{сж} \operatorname{tg} \beta} \left[\frac{E}{h} \left(h_{сж} - \frac{x}{\operatorname{tg} \beta} \right) \right]^{\frac{1}{n}} dx \text{ и таким образом}$$

$$P_{сж} = \frac{1}{1 + \frac{1}{n}} \left(\frac{E}{h} \right)^{\frac{1}{n}} h^{\frac{1+1}{n}} \operatorname{tg} \beta \quad (2.20)$$

Важным следствием из выражений (2.14) и (2.20) является, что усилие $P_{сж}$ находится в сложной зависимости от $h_{сж}$ т.е. от величины внедрения лезвия в материал, при которой возникает разрушающее контактное напряжение.

Таким образом можно отметить что выражение (2.19) отражает и определяет основные параметры, влияющие на процесс разрушения материала при разрезании, и управляющие процессом резания: конструктивные – β , δ , Al ; физико-механические – E , μ , f , σ_p и некоторые

режимные (в случае режущего аппарата стригальной машинки их можно отнести к конструктивным) – h и $h_{сж}$.

Работа, затрачиваемая на процесс резания, также складывается из 2 составляющих:

$$A = A_{рез} + A_{сж}, \quad (2.21)$$

где A – полная работа затрачиваемая на разрушение материала, $A_{рез}$ – работа, затрачиваемая на резание материала $A_{рез} = \int_{h_{сж}}^h P_{рез} dh_{сж} = P_{рез}(h - h_{сж})$, $A_{сж}$ – работа, затрачиваемая на сжатие материала между режущими кромками ножа и гребенки $A_{сж} = \frac{1}{2} \int_0^{h_{сж}} P_{кр} dh_{сж} = \frac{P_{кр}}{2} h_{сж}$.

Эти зависимости были получены при рассмотрении диаграмм статического резания пучка шерсти. Диаграмма была разделена на 2 части: работу усилия сжатия и работу сил резания. Работа находилась как площадь каждой части. Площадь первой части диаграммы резания представляла собой треугольник, катетами которого являлись $h_{сж}$ и $P_{кр}$. Вторая часть диаграммы – представляла криволинейную трапецию, которую при незначительном трансформировании можно было представить в виде прямоугольника со сторонами $(h - h_{сж})$ и $P_{рез}$.

Исходя из теории резания лезвием [101], выявлено, что на критическое усилие резания шерсти существенно влияют параметры δ - острота лезвия и β - угол заточки лезвия ножа.

По результатам исследований были разработаны программные продукты [272, 273].

Заточка ножей и гребенок режущих аппаратов стригальных машинок осуществляется в основном на дисковых точильных аппаратах. При заточке линейные скорости на поверхности диска различны, что приводит к неравномерному износу ножей (гребенок) по ширине.

Мы предлагаем, рассматривать конструктивные параметры β и δ как функции от S , и учесть их в уравнении критического усилия

резания(выражение (2.19)), т.е. $\beta = f_1(s)$, $\delta = f_2(s)$, где S – коэффициент, учитывающий неравномерность износа по поверхности ножа или гребенки:

$$S = \frac{|\phi_1 - \phi_2|}{m}, \quad (2.22)$$

где ϕ_1 - толщина ножа (гребёнки) в точке 1; ϕ_2 - толщина ножа (гребенки) в точке 2; m - расстояние между точками 1 и 2 (ширина гребенки (ножа)), (рис. 2.7)

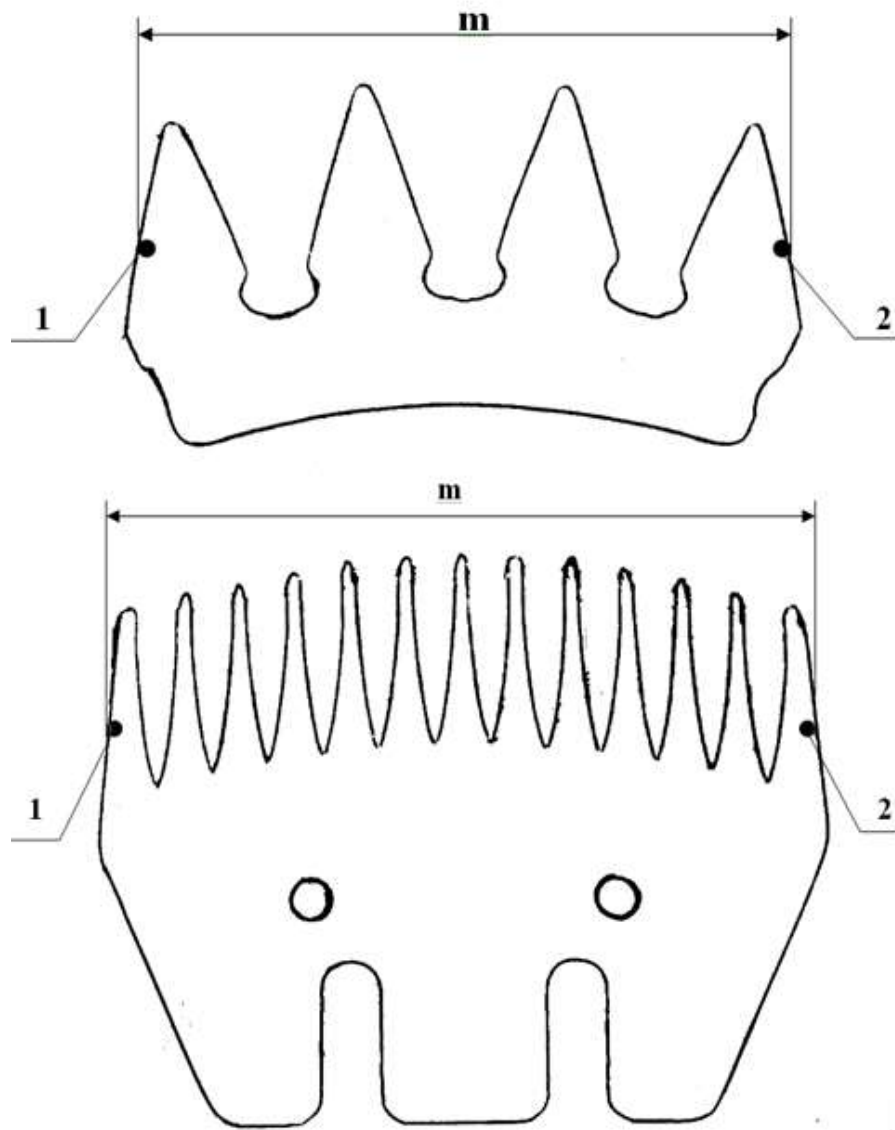


Рис. 2.6. Схема к определению толщины ножа и гребенки

Точки 1 и 2 выбраны из условия заточки режущих пар на дисковых точильных аппаратах.

При исследовании изменения угла заточки β и остроты лезвия δ по ширине ножа (гребенки) [314, 325, 360] было выявлено, что угол заточки изменяется:

$$\beta' = \beta^s + \beta \quad (2.23)$$

а острота лезвия:

$$\delta' = \frac{\delta^s}{2} + \delta \quad (2.24)$$

С учетом этих поправок выражение (2.19) критического усилия резания [110] будет выглядеть следующим образом:

$$P_{кр} = \left(\frac{\delta^s}{2} + \delta \right) \cdot \sigma_p + \frac{E}{2} \cdot \frac{h_{сж}^2}{h} \times \\ \times \left[\operatorname{tg}(\beta^s + \beta) + f \cdot \sin^2(\beta^s + \beta) + \mu \cdot (f + \cos^2(\beta^s + \beta)) \right] \quad (2.24)$$

где E - модуль упругости.

Исходя из вышеизложенного мы сформулировали требования к режущему аппарату стригальной машинки с позиций минимизации энергетических затрат и повышения качества остриженной поверхности: максимальное использование скорости, развиваемой ножом стригальной машинки; обеспечение условия надежного защемления; возможность увеличения числа двойных ходов; уменьшение величины перерезаемого слоя; увеличение эксплуатационной надежности; снижение травматизма животных при стрижке.

Реализовать эти требования [66, 353], мы попытались в предлагаемом режущем аппарате [333, 338].

Предлагаемый режущий аппарат состоит из верхней (рис. 2.8а) и нижней (рис. 2.8б) гребенок и ножа (рис. 2.8в), который располагается между гребенками и совершает возвратно-поступательное движение. В ноже впрессованы штифты, которые перемещаются по направляющему пазу в нижней гребёнке. В верхней гребёнке впрессованы более длинные штифты, которые плотно (без зазора) вставляются в отверстия нижней гребёнки.

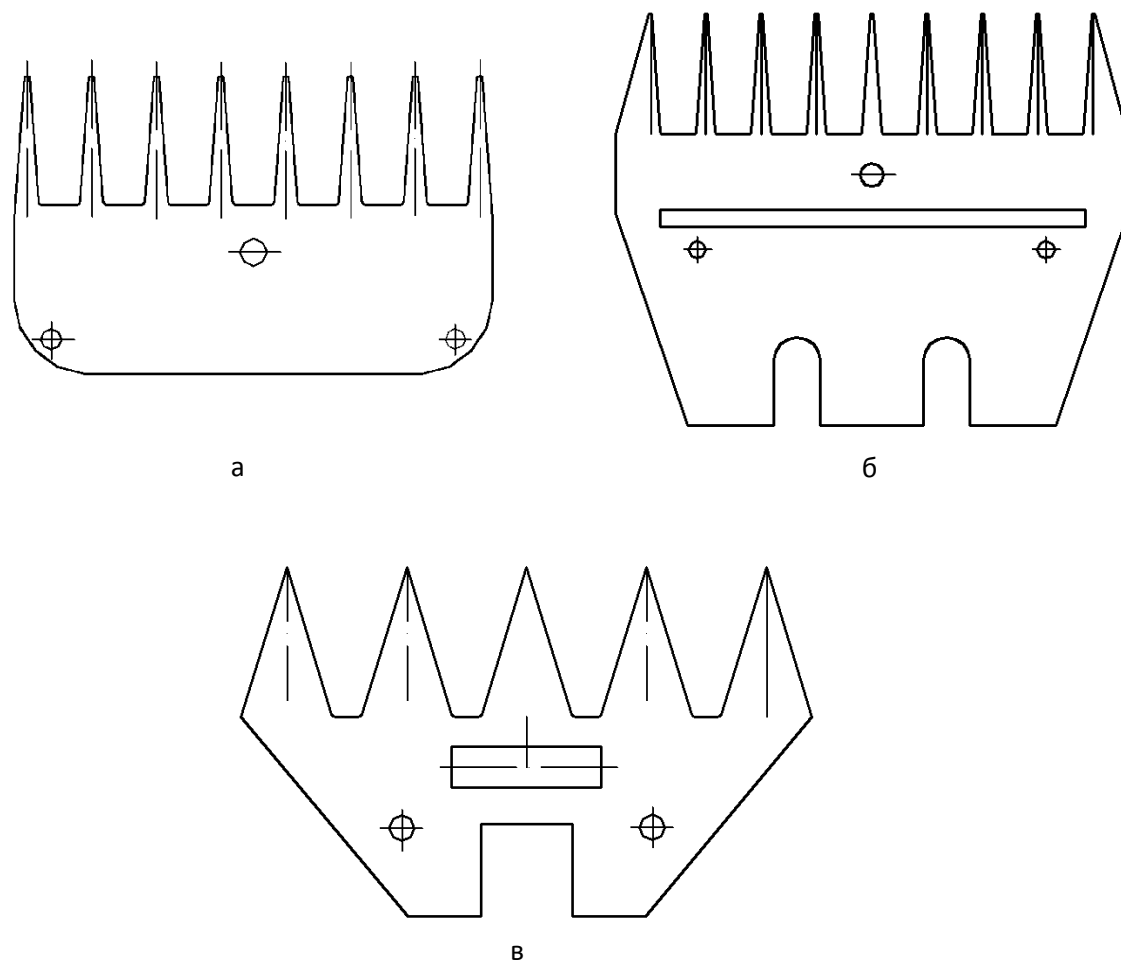


Рис. 2.8. Элементы предлагаемого режущего аппарата:
 а – верхняя гребенка; б – нижняя гребенка; в - нож

Верхняя и нижняя гребенки имеют 8 и 9 зубьев соответственно, с шагом 9,6 мм. Шаг зубьев ножа – 14,4 мм. Режущий аппарат может быть адаптирован под посадочное место стригальных машинок МСО – 77Б и МСУ – 200.

Гребенки расположены друг над другом так, что зубья гребенок в поперечной плоскости расположены в шахматном порядке. Таким образом, при движении ножа влево перерезание шерсти будет происходить у нижней гребенки, при движении вправо – у верхней гребенки. Уменьшенное расстояние между зубьями гребенки обеспечивает минимальное отклонение шерстинок при перерезании, вследствие чего уменьшается высота среза и образование сечки в результате повторного пробега активного лезвия ножа.

Высота среза будет ниже по сравнению со стандартными режущими аппаратами, в результате уменьшения толщины гребенки и ножа.

Эти два фактора, по нашему мнению позволят увеличить настриг шерсти, то есть осуществить более полное снятие руна, а так же снизят потери шерсти в виде сечки.

По всей длине активного лезвия ножа сохраняется постоянный угол защемления, так как нож совершает возвратно – поступательные движения по прямой, а не по дуге. Шерсть делиться на более мелкие пучки, что снизит критическое усилие резания, что позволит уменьшить энергозатраты и увеличить скорость подачи стригальной машинки, а следовательно снятие руна будет более качественным и полным.

Активная часть предлагаемого режущего аппарата (нож) находится между гребенками, что существенно повышает безопасность работы стригалю и снижает до минимума травмирование кожного покрова животного.

Отсутствие в конструкции нажимного механизма и уменьшение шага зубьев гребенок практически устраняет прогиб ножа, в результате чего увеличивается наработка режущей пары до переточки и производительность труда стригалю. В стригальных машинках МСУ-200 и МСО-77Б частота двойных ходов ограничивается перегревом режущей пары и допустимой вибрацией. В предлагаемом режущем аппарате сила трения между ножом и гребенками снижена до минимума, а также уменьшена масса ножа, поэтому еще одним положительным фактором будет являться увеличение частоты двойных ходов ножа до 3000 мин^{-1} и выше [333].

Разработанный режущий аппарат изготовлен (рис. 2.9, рис. 2.10) и исследован.

Для подтверждения предположений относительно высоты среза шерстного покрова, площадок повторного пробега лезвий ножа и качества остриженной поверхности, необходимо провести анализ диаграмм резания. Диаграммы построены по предложенному И.Ф. Василенко [182] графо – аналитическому методу.



Рис. 2.8. Элементы режущего аппарата



Рис. 2.9. Фотография разработанного режущего аппарата смонтированного на машинке МСУ - 200

Сравнение диаграмм режущего аппарата МСО-77Б, МСУ-200 и предлагаемого режущего аппарата позволит сделать вывод о работе предложенной конструкции.

При построении диаграмм резания была взята скорость подачи машинки стригателя средней классификации, равная 0,8 м/с. На рис. 2.11 представлена диаграмма резания режущего аппарата стригальной машинки МСУ – 200.

На диаграмме одинарной штриховкой обозначены "мертвые" зоны, т.е. те участки, которые не захватывает зуб ножа при подаче 0,8 м/с, двойной

штриховкой обозначены участки, по которым активное лезвие ножа пробегает дважды, т.е. те участки, на которых образуется сечка.

На рис. 2.12 представлена диаграмма резания разработанного режущего аппарата стригальной машинки. Разработан программный продукт для анализа работы режущего аппарата [271].

Площадь продольного сечения среза после прохода режущего аппарата стригальной машинки МСУ – 200 $S_{МСУ-200} = 256\text{мм}^2$, а после прохода разрабатываемого режущего аппарата $S_{рА} = 182\text{мм}^2$, т.е. в 1,4 раза меньше. Это свидетельствует о том, что разрабатываемый режущий аппарат имеет более низкий и качественный срез.

В поперечном направлении, площадь среза меньше, чем у существующего режущего аппарата, в 1,6 раза.

Анализ площади площадок "мертвых" зон и зон повторного пробега активного лезвия, показал что эти площадки в разработанном аппарате в 1,3...1,4 раза меньше, чем у стандартного, следовательно можно предположить, что и количество сечки, образуемой в результате повторного пробега активного лезвия ножа, будет меньше.

Для проверки теоретических исследований и предположений относительно энергоемкости процесса резания, надежности и качества работы предложенного технического решения разработаны методики, технологическое оборудование (стенды) для проведения лабораторных и производственных исследований.

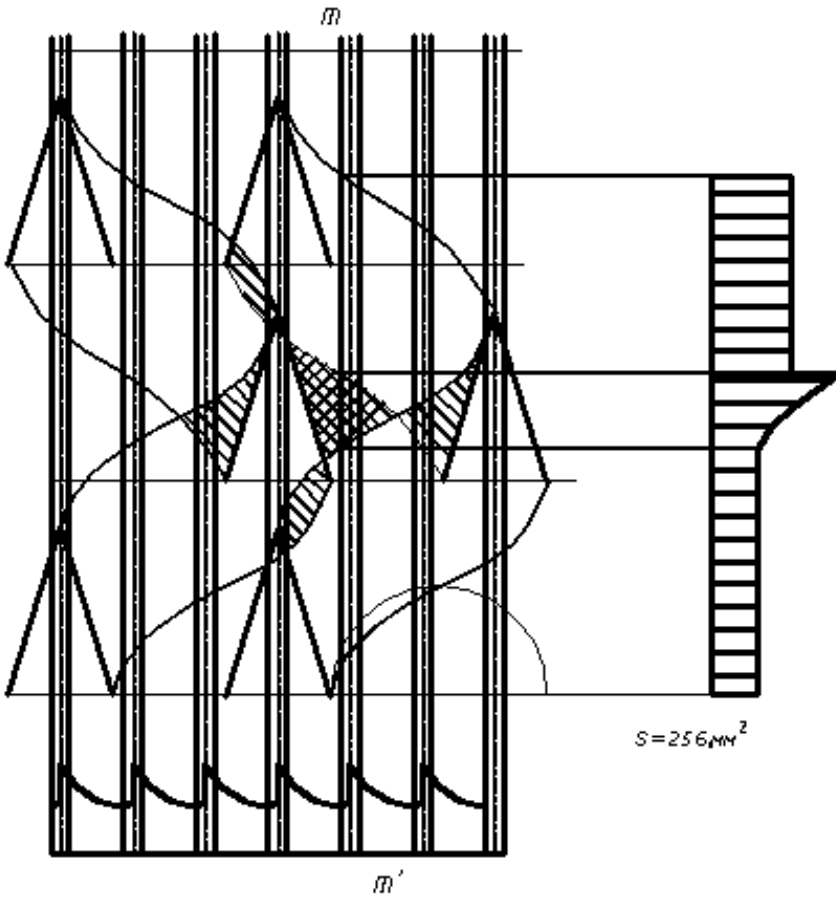
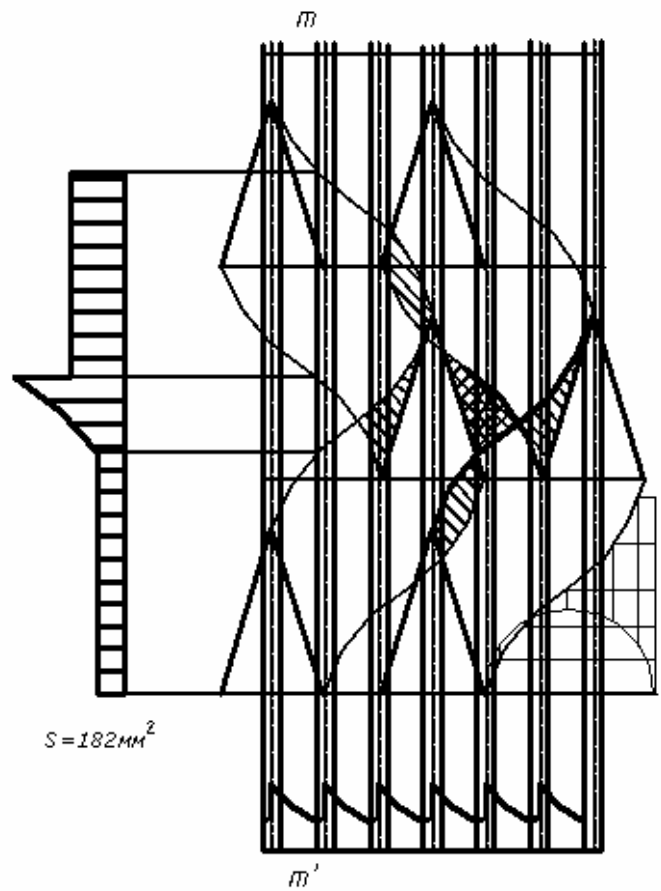


Рис. 2.11. Диаграмма резания режущего аппарата стригальных машинок МСО – 77Б и МСУ – 200.

Рис. 2.12. Диаграмма резания разработанного режущего аппарата



2.5. Лабораторные и производственные исследования с обоснованием режимно-эксплуатационных параметров предлагаемых решений

Для проверки и уточнения аналитических зависимостей проведены экспериментальных исследований [34, 67, 68, 191]. Исследования проводились в лабораторных и производственных условиях, включали в себя изыскания по определению основных энергетических и эксплуатационных параметров работы предлагаемого режущего аппарата, и по определению оптимальных параметров заточки существующих режущих пар(ножа и гребенки). Исследования проводились в несколько в несколько этапов. На первом этапе поставлена задача по определению качества работы режущего аппарата, в лабораторных и производственных условиях. Проанализированы существующие методики испытаний стригальных машинок и предложены собственные методики. Второй этап, заключался в разработке стендов и устройств для проведения лабораторных исследований, и заканчивался получением оптимальных режимных параметров работы предлагаемого режущего аппарата стригальной машинки. На третьем этапе – предусматривалось проведение производственных экспериментов, с целью подтверждения результатов теоретических исследований и данных, полученных в ходе лабораторных исследований.

Таким образом, программа экспериментальных исследований включала в себя: разработку методики для оценки качества работы режущего аппарата; разработку методики и стенда для определения энергетических параметров режущего аппарата стригальной машинки; разработку методики и стенда для регистрации параметров заточки режущей пары на дисковом точильном аппарате; разработку методики и устройства для определения надежности и работоспособности разработанного режущего аппарата; проведение лабораторных исследований по определению основных энергетических характеристик, параметров заточки режущей пары, ресурса надежности и оценки качества работы режущего аппарата; проведение производственных

исследований по выявлению ресурса надежности и качества работы режущего аппарата машинки для стрижки овец.

Лабораторные исследования проводили на базе кафедры «Механизация животноводства» Оренбургского государственного аграрного университета (с 2011 г. кафедра «Механизация технологических процессов в АПК») и отдела биотехнических систем Оренбургского научного центра Уральского отделения РАН.

Производственные исследования проводили в хозяйствах Октябрьского района Оренбургской области: ФУСХП им. Попова, ГОПЗ «Октябрьский» и ОАО «МТС Октябрьское».

Условия проведения производственных исследований представлены в табл. 2.2.

2.2. Условия проведения производственных исследований

Место испытаний	Порода животных	Поголовье овец, голов	Квалификация стригалей	Время проведения
ФУСХП им. Попова	Советский меренос	3920	средняя	Май – июнь 1998 – 2001 гг.
ГОПЗ «Октябрьский»	Южно-уральская	12715	средняя	
ОАО «МТС Октябрьское»	Южно-уральская	6500	средняя	Май – июнь 2006 – 2008 гг.

В качестве остригаемой поверхности использовали набор образцов различной загрязненности, соответствующих шерстному покрову тонкорунных и полутонкорунных овец.

Для сравнения результатов испытаниям в лабораторных и производственных условиях подвергали два режущих аппарата: первый – предлагаемый, второй – стригальной машинки МСУ – 200.

Комплексное исследование работы режущей пары стригальной машинки требует оценить качества работы режущего аппарата.

Согласно проведенному анализу литературных данных [100, 168, 171, 172, 250, 294], качество работы режущего аппарата стригальной машинки оценивают количеством образующейся в процессе резания сечки.

Такой метод имеет ряд недостатков: сложно определить количество сечки, полученное в результате повторного пробега активного лезвия ножа; на различных участках тела животного количество будет различное; для отделения сечки требуется классировщик высокой квалификации; для точного определения массы измельченного волокна требуются аналитические весы, работу которых в условиях стригального пункта затруднительно.

Нами предложен метод [225, 226, 334] оценки качества работы режущего аппарата безразмерным коэффициентом η , который определяется как отношение площади прямоугольника $ABCD$ к полной площади

$$\eta = \frac{S_{np}}{S_{общ}}, \quad (2.25)$$

где S_{np} – площадь прямоугольника $ABCD$ (рис 2.13); $S_{общ}$ – общая площадь продольного сечения, полученная после прохода режущего аппарата стригальной машинки.

При работе идеального режущего аппарата, когда отсутствуют "мертвые" зоны и зоны повторного пробега активного лезвия ножа безразмерный коэффициент $\eta = 1$.

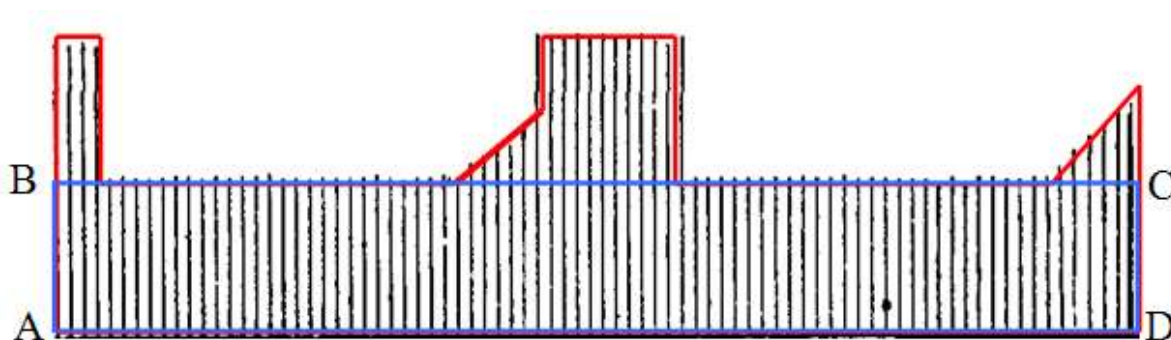


Рис. 2.13. Схема к определению коэффициента η .

Для определения коэффициента необходимо снятие оттисков, для получения которых использовали разработанное нами устройство. Устройство представлено на рис. 2.14. Оно представляет собой зажим, на котором закреплены две подвижные пластины, ширина пластин равна ширине захвата режущего аппарата стригальной машинки. На одну из пластинок крепится красящая губка, на вторую накладывается чистая бумага. При снятии оттиска пластины разводятся и погружаются в шерстный покров стриженного участка, перпендикулярно проходу машинки. Пружина 4 приводит пластины в исходное положение, зажимая фрагмент шерстного покрова между красящей губкой и чистой бумагой, таким образом, получается оттиск.

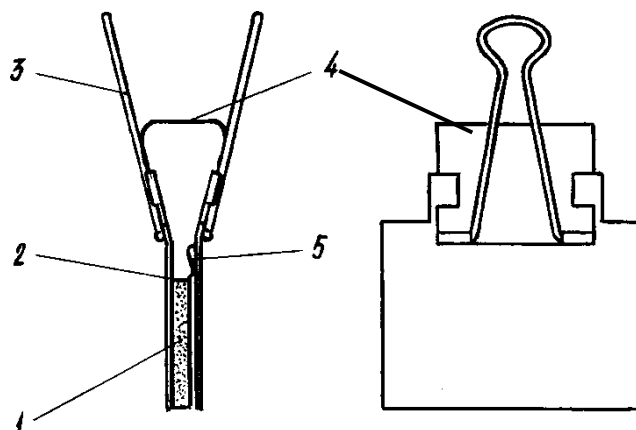


Рис. 2.14. Устройство для снятия оттисков.

1 – красящая губка, 2 – подвижная пластина, 3 – зажим, 4 – пружина, 5 – фиксатор бумаги.

Полученный оттиск сканировался и инвертировался, а затем в программе MathCAD 14 изображение обрабатывали, определяли площади и рассчитывали коэффициент η .

Предложенный метод и устройство для его осуществления использованы при лабораторных и производственных исследованиях.

В лабораторных исследованиях в качестве шерстного покрова использовали образцы овчин тонкорунных овец (рис.2.15).

Диапазон скорости подачи стригальной машинки V_m в лабораторных исследованиях варьировали в пределах от 0,5 м/с до 1,2 м/с. Заданный диапазон применен на основании исследований В.И. Крисяка, О.Г. Ангилеева, Н.Д. Пруткова [80, 103, 126, 133] для стригалей различной квалификации. С остриженных образцов снимали и обрабатывали оттиски по предложенной методике (рис.2.16).

В производственных условиях оттиски снимали со спины и холки, так как на этих участках тела овцы плотность и длина шерсти идентичны, а скорость перемещения стригальной машинки постоянна: $V_m = 0,68 \dots 0,8$ м/с, и соответствовала скорости стригалей средней и высокой квалификации (25...30 голов за смену).



Рис. 2.15. Стрижка образца

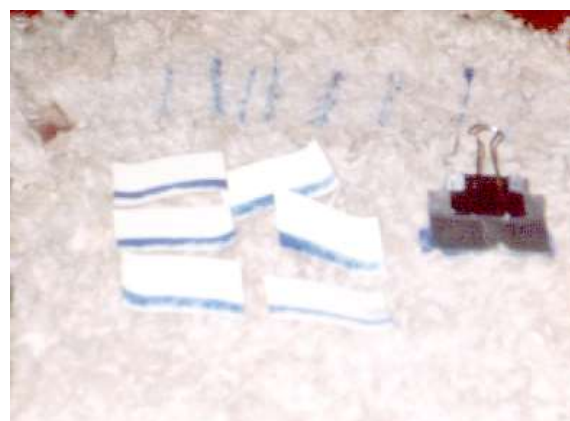


Рис. 2.16. Снятие оттисков

Программой экспериментальных исследований предусмотрена разработка методики и стенда для определения энергетических параметров режущего аппарата стригальной машинки, а так же проведение лабораторных исследований по определению основных энергетических характеристик. За энергетические характеристики приняты: сопротивление перемещению стригальной машинки в шерстном покрове и мощность, затрачиваемая на преодоление этого сопротивления.

При разработке рассмотрены существующие методики и стенды для определения энергетических параметров стригальной машинки. В частности, П.К. Григорова [96], В.И. Крисяка и Н.Д. Пруткова [168, 174]. Но так как они разрабатывались и использовались в 70-х годах прошлого столетия, имеют ряд недостатков, которые на современном этапе можно нивелировать.

За прототип при разработке нашего стенда взята конструкция В.И. Крисяка.

В разработанном стенде предусмотрена возможность изменения следующих эксплуатационных параметров: угол наклона режущего аппарата стригальной машинки к остригаемой поверхности ($\varphi = 0...30^\circ$); скорость подачи стригальной машинки, т.е. скорость, развиваемая стригалем, ($V_m = 0,3...1,2$ м/с); частота двойных ходов ножа ($n = 1500...3000$ мин⁻¹) степень загрязненности шерстного покрова.

Стенд (рис. 2.17) состоит из источника бесперебойного питания, персонального компьютера, частотного преобразователя, испытываемой стригальной машинки, остригаемого образца, цифровой камеры, каретки с фиксатором стригальной машинки [339].

Функционирует стенд следующим образом. На каретку с фиксатором **15** устанавливается испытываемая стригальная машинка **4**, через частотный преобразователь (ПЧ) **3** с помощью которого изменяли число двойных ходов, она подключается к источнику бесперебойного питания (ИБП) **1**, который в свою очередь подключен к персональному компьютеру (ПК) **2**. ПК с

помощью программного обеспечения – PowerChute Business Edition 1 Node v8.0 for Windows – функционирования ИБП, регистрирует ряд параметров.

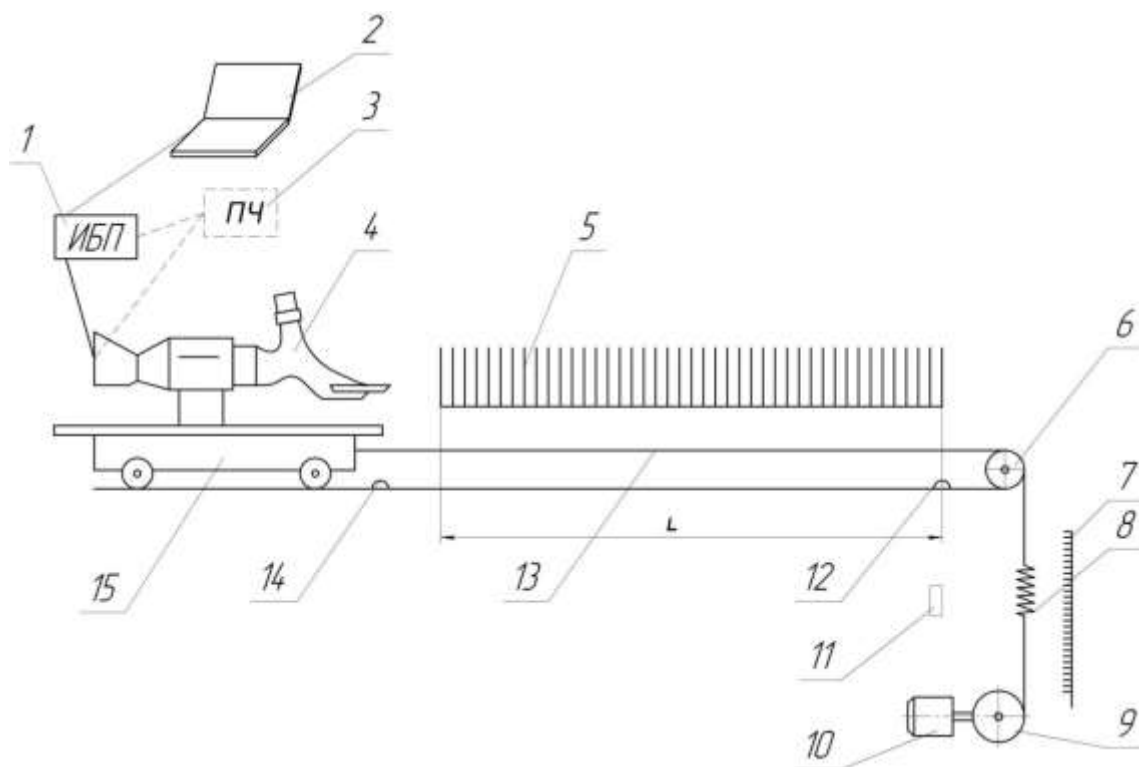


Рис.2.17. Стенд для определения энергетических и эксплуатационных параметров

1 – источник бесперебойного питания, 2 – персональный компьютер, 3 – частотный преобразователь, 4 – стригальная машинка с исследуемым РА, 5 – остригаемый образец, 6 – блок, 7 – измерительная рейка, 8 – пружина, 9 – шкив эл. дв., 10 – эл. дв., 11 – цифровая камера, 12,14 – конечный и начальный выключатели, 13 – тросик, 15 – каретка с фиксатором стригальной машинки.

Посредством тросика **13** каретка через пружину **8** связана с электродвигателем **10**, которым возможно регулировать скорость перемещения каретки, используя частотный преобразователь. Жесткость пружины подобрана так, чтобы при нагрузке 10 – 60 Н (диапазон изменения сопротивления режущему аппарату) обеспечить удлинение пружины на 20 – 30 см. Начальный и конечный выключатели **14** и **12** фиксируют время начала и окончания движения каретки, запускают и останавливают электродвигатель **10**, благодаря чему можно рассчитать действительную скорость подачи стригальной машинки.

Фиксатор на каретке **15** позволяет устанавливать угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности.

Первый проход каретки осуществляется без остригаемого образца, ПК фиксирует время и затрачиваемую стригальной машинкой мощность, а цифровая камера **11** – удлинение пружины **8** по измерительной рейке **7**. Второй проход каретки выполняется уже с остригаемым образцом. Разность в показаниях мощности, регистрируемой ПК, и есть мощность, затрачиваемая на перерезание шерсти, а по разнице в удлинении пружины **8** на рабочем и холостом ходу, используя закон Гука рассчитывали сопротивление резанию.

Таким образом, в стенде реализована методика определения основных энергетических параметров работы режущего аппарата стригальной машинки при варьировании эксплуатационных параметров (V_m, φ, n)

При проведении испытаний имеет место неравномерность потребляемой мощности и сопротивления перемещению режущего аппарата. При вхождении и при выходе стригальной машинки из испытуемого образца, в журнал наблюдений при каждом опыте заносили 3 показания: при вхождении стригальной машинки в остригаемый образец, в середине и конце остригаемого образца, а в дальнейших расчетах брали усредненное значение.

Для определения оптимальных параметров заточки серийно выпускаемых режущих пар стригальной машинки разработан стенд и методика, позволяющие регистрировать параметры заточки.

Вопросу качественной заточки режущих пар посвящен ряд работ [23, 47, 47, 167, 169, 175, 233]. Тем не менее, предложенные в этих работах рекомендации очень сложно применять на практике. Только опытный слесарь - заточник визуально может установить параметры, а также оценить качество заточки.

Проанализировав работы В.Д. Позднякова, В.И. Крисяка, О.Г. Ангилеева [47, 48, 169, 233], выявили основные параметры, влияющие на процесс заточки режущих пар. К ним можно отнести: продолжительность

контакта затачиваемого объекта с заточным диском, усилие прижатия затачиваемого объекта (ножа или гребенки) к заточному диску, размах подвеса (амплитуда державки). Для их регистрации разработали методику и стенд (рис. 2.18).

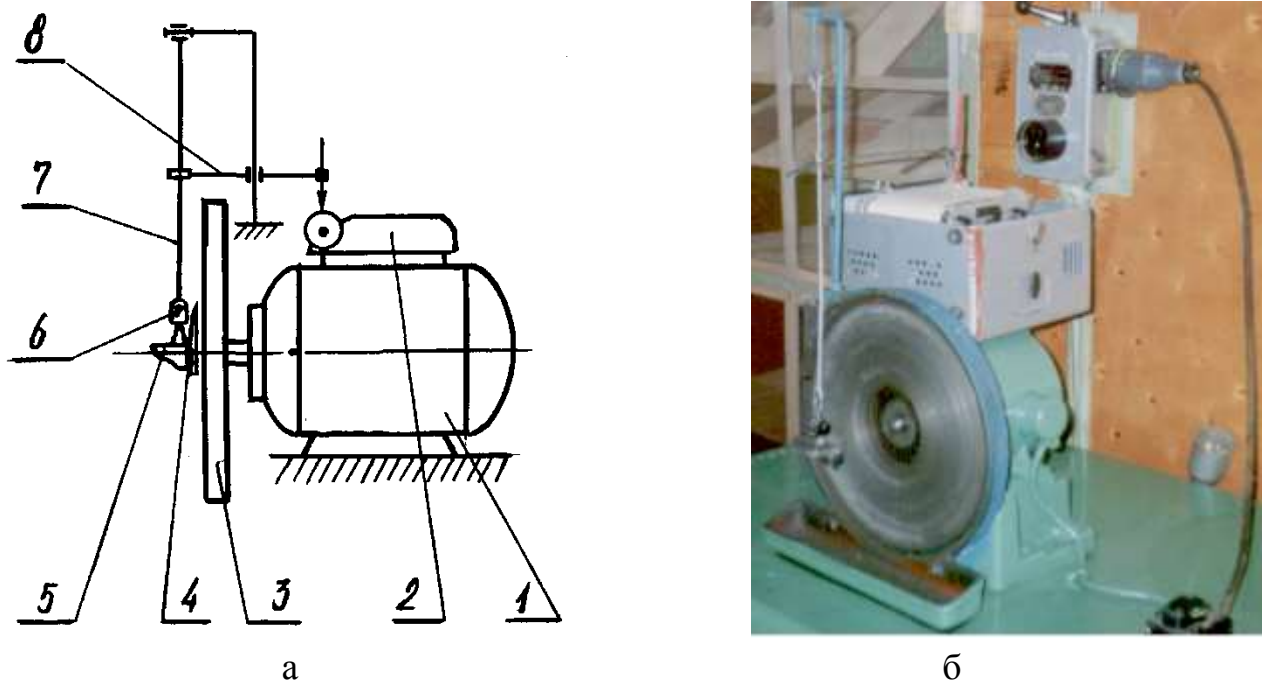


Рис. 2.18. а – схема устройства для регистрации параметров заточки: 1 – эл. двигатель, 2 – регистрирующий механизм, 3 – заточной диск ТА, 4 – затачиваемый объект, 5 - устройство для контроля усилия прижатия затачиваемого объекта, 6 – механизм фиксации углов подвода, 7 – подвес, 8 – двуплечий рычаг; б – общий вид устройства.

Стенд работает следующим образом: затачиваемый объект устанавливается в устройство для заточки режущих пар 5 [188], включается электродвигатель точильного аппарата 1. В момент контакта устройства 5 и поверхности заточного диска 3, замыкается электрическая цепь и включается самописец для регистрации амплитуды и продолжительности контакта затачиваемого объекта с поверхностью заточного диска. 2. Модернизированная державка 5 позволяет контролировать усилие прижатия затачиваемого объекта к заточному диску точильного аппарата, кроме того, она жестко закреплена подвесом 7, который через двуплечий рычаг 8

передает перемещение устройства 5 относительно заточного диска в вертикальной плоскости к регистрирующему механизму.

Регистрирующий механизм 2 состоит из барабана, протяжного устройства, электродвигателя. Скорость протягивания регистрирующей ленты составляет 0,05 м/с. В качестве регистрирующей ленты используется миллиметровая бумага.

Таким образом, устройство позволяет фиксировать параметры заточки: продолжительность контакта затачиваемого объекта с поверхностью заточного диска, усилие прижатия, размах подвеса.

По результатам проведенных лабораторных исследований были определены оптимальные технические параметры ножа и параметры его заточки которые обеспечат максимальную продолжительность работы режущей пары до затупления: угол заточки ножа $\beta = 35^{\circ} \dots 45^{\circ}$; усилие прижатия затачиваемого ножа к поверхности заточного диска $P = 14,5 \dots 16$ Н; времени контакта затачиваемого ножа с поверхностью заточного диска $t = 7 \dots 10$ с; размах подвеса $A = 5 \dots 10$ мм. Эти параметры заточки были реализованы в заточном аппарате [275, 323].

Для оценки эксплуатационных свойств режущего аппарата стригальной машинки необходимо выбрать показатель, характеризующий его работоспособность. Он должен отражать совокупность признаков выполненного объема работы до затупления элементов режущего аппарата – количества остриженных овец, количества настриженной шерсти, общей остриженной поверхности, общего времени работы машинки или времени нахождения режущего аппарата в шерстном покрове животного (машинного времени) [323].

Рассмотрев возможность использования перечисленных признаков в качестве показателя стойкости режущего аппарата, остановили свой выбор на общей продолжительности работы стригальной машинки до заточки режущих элементов (ножа и гребенок) [315, 327].

Предусмотренные программой исследования, связаны с проведением многочисленных сравнительных испытаний режущих аппаратов (заточенных режущих пар) при строго определенных условиях работы машинки, что делает невозможным проведение исследований в производственных условиях. Необходимость лабораторных исследований диктуется также сезонным характером работы стригальных пунктов (в течение 15...40 дней в году), что ограничивает возможность проведения сравнительных испытаний при стрижке овец, сильно увеличивая сроки выполнения работы, снижает качество результатов экспериментов.

В период между сезонами стрижки, испытания стригальных машинок проводят иногда при стрижке овечьих шкур. Так, например, ГСКБ по электростригальным агрегатам при Ростовском машиностроительном заводе неоднократно проводило испытания машинок новых моделей, а также сравнительные испытания улучшенных режущих пар, на Ростовском мясокомбинате при стрижке овечьих шкур. Однако при таких испытаниях можно получить только предварительные результаты, т.к. при стрижке мокрых шкур различной загрязненности и различных пород овец наблюдается большой разброс в результатах опытов.

В опубликованных работах [151, 290] не содержатся материалы, которые можно было бы целиком использовать для построения схемы эксперимента. Тем не менее, свой выбор мы остановили на методике испытаний сегментов сенокосилок, разработанной В.Ф. Лоренсом [96] для испытания на износ сегментов уборочных сельскохозяйственных машин, в лабораторных условиях. В качестве изнашивающей среды использовались деревянные бруски размером 15×15×300 мм. В процессе испытания бруски подавались друг за другом автоматически и перерезались испытуемым сегментом. В.Ф. Лоренц отмечает, что для испытания сегментов в лабораторных условиях перерезаемый материал по своей природе и свойствам, оказывающим влияние на процесс изнашивания и затупления

лезвия, должен в наибольшей степени приближаться к эксплуатационным условиям.

В рассмотренных установках В.И. Крисюка, Н.Д. Пруткова и П.К. Григорова [96, 174] как раз и ставилась задача определения продолжительности работы режущего аппарата стригальной машинки до затупления и исследования характера износа.

Перед нами цель изучения характера износа не ставится, поэтому нас больше интересует, сколько времени пройдет до затупления, при работе режущего аппарата.

В своих работах С.С. Ходыко и Б.С. Турецкий [343, 344] отмечают, что при затуплении или неравномерной заточке режущей пары стригальной машинки МСУ – 200 в обмотке статора электродвигателя сила тока повышается в 5 – 7 раз, что вызывает заклинивание ротора.

На основе анализа разработанных способов и стендов мы использовали методику и стенд [320, 321, 324] для ускоренных испытаний режущего аппарата стригальных машинок.

Исследуемый режущий аппарат стригальной машинки погружали в ванну с абразивным материалом, который состоит из тонкой или полутонкой овечьей шерсти с длиной волокон 50-70 мм, (волокна предварительно очищены от грязи и жира). В качестве второго компонента в состав рабочей среды вводили очищенный шерстный жир, предварительно растворенный в авиационном бензине. Третий компонент - очищенный кварцевый песок с размером частиц 20 - 30 мкм. Затем, включали стригальную машинку фиксировали продолжительность работы. За процессом затупления режущей пары следили по показаниям контрольно-измерительных приборов. По достижении силы тока величиной 5 ампер стригальная машинка отключалась. Показания секундомера, с точностью до сотых записывали в журнал наблюдений.

Для реализации методики разработали стенд, схема которого стенда представлена на рис. 2.19.

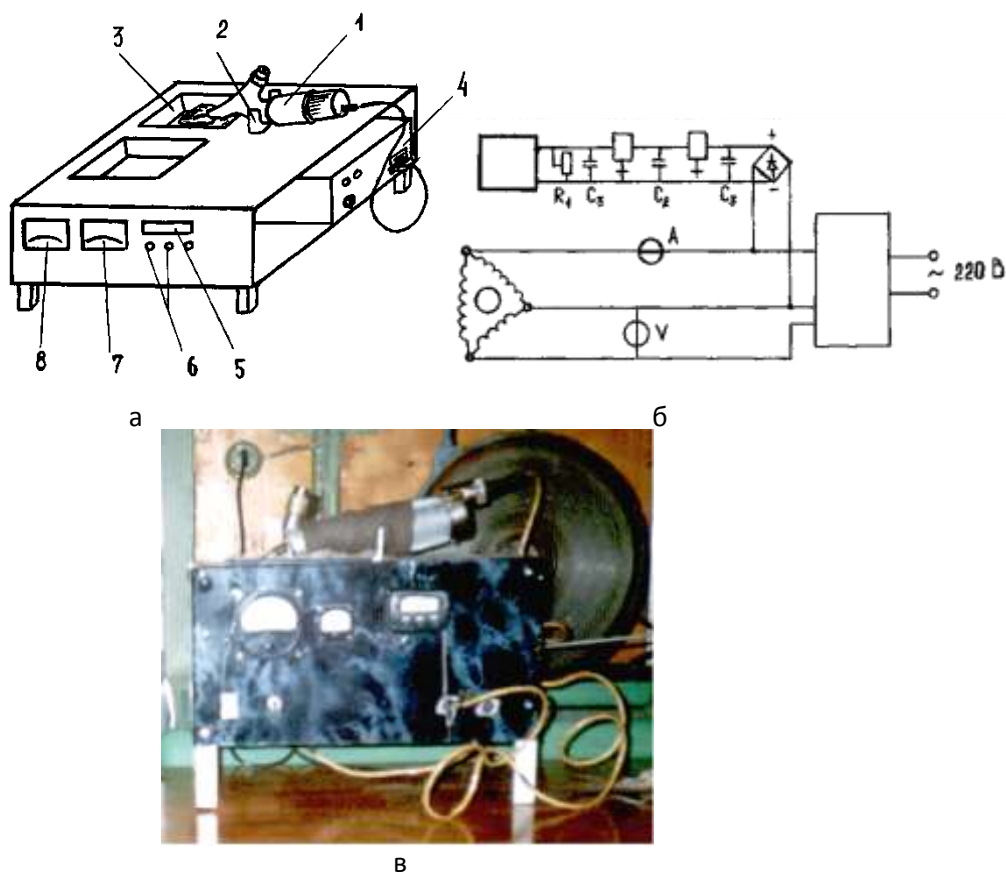


Рис. 2.19. а – схема стенда для ускоренных испытаний режущего аппарата стригальных машинок: 1 – стригальная машинка, 2 – фиксирующее устройство, 3 – ванна с абразивным материалом, 4 – преобразователь, 5 – секундомер, 6 – управляющие элементы, 7 – амперметр, 8 – вольтметр; б – электрическая схема подключения контрольно-измерительных приборов; в – общий вид стенда.

Для получения достоверных результатов и сокращения времени производственных исследований лабораторные исследования включали в себя несколько этапов.

На первом этапе, на основании выражения для определения критического усилия резания (2.19) и выражения для определения работы (2.21) выбраны основные параметры, влияющие на сопротивление перемещению режущего аппарата стригальной машинки F_p и на мощность N , затрачиваемую стригальной машинкой при стрижке. Это угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности φ , градусы; число двойных

ходов ножа n , мин^{-1} ; скорость перемещения стригальной машинки по остригаемой поверхности V , м/с.

Определены диапазоны варьирования этих параметров, табл. 2.3.

На втором этапе, с помощью разработанных стенда [339] и методики определения энергетических параметров стригальной машинки, провели исследования работы разработанного режущего аппарата стригальной машинки и стригальной машинки МСУ-200.

2.3. Диапазоны варьирования параметров оказывающих влияние на энергетические характеристики работы режущего аппарата стригальной машинки

Параметр	min значение	max значение	шаг варьирования
Угол наклона φ , градусы	0	30	15
Число двойных ходов ножа n , мин^{-1}	2000	3000	200
Скорость перемещения V , м/с	0,5	1,25	0,15

Первоначально испытания проходили на холостом ходу (предметный столик оставался пустым). На каретке **15** (рис.2.17.) под определенным углом φ фиксировали стригальную машинку с испытываемым режущим аппаратом, с помощью частотного преобразователя **3** обеспечивали требуемое число двойных ходов ножа режущего аппарата. Частоту вращения вала эл. двигателя **10** настраивали таким образом, чтобы обеспечить требуемую скорость движения каретки **15**, что соответствовало бы скорости, развиваемой рукой стригалю. Подключали стригальную машинку и эл. двигатель **10**. При этом нас интересовали два параметра – F_p – сопротивление резанию (относительное удлинение пружины **8**, фиксировалось цифровой камерой) и N – мощность, потребленная стригальной машинкой

(фиксирувалась персональным компьютером 2). Затем испытание повторяли, но на предметный столик устанавливали остригаемый образец. После прохода стригальной машинки оценивали качество работы режущего аппарата по предложенной методике и с использованием устройства, описанного выше. Вычисляли разницу по показателям F_p и N при проходе на холостом ходу и на рабочем. Разность записывали в журнал наблюдений.

В таком же порядке проводили исследования и при различных значениях φ , n , V .

На третьем этапе определяли ресурс надежности предлагаемого режущего аппарата и режущего аппарата стригальной машинки МСУ – 200. Для определения ресурса надежности использовали описанную выше методику и стенд для ускоренных испытаний. Исследования проводили при условиях: угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности $\varphi = 0^\circ$; число двойных ходов ножа $n = 2400$, мин^{-1} ;

Для проверки работы разработанного режущего аппарата и ножа с углом заточки $\beta = 45^\circ$ затачиваемого с оптимальными параметрами, сопоставления, дополнения и корректировки результатов теоретических исследований, связанных с определением оптимальных параметров проведены исследования в производственных условиях.

В ходе лабораторных исследований определены эксплуатационные параметры влияющие на энергетические характеристики и получены оптимальные значения этих параметров, проверку которых проводили в производственных условиях.

В процессе исследований сравнивали работу режущего аппарата стригальной машинки МСУ–200 используя ножи с углом заточки $\beta = 60^\circ$ и с углом $\beta = 45^\circ$, а так же работу разработанного режущего аппарата. Оценивали два параметра – качество работы аппарата по разработанной методике и ресурс надежности.

Стрижку одной половозрастной группы животных, скоростным методом проводил стригаль средней квалификации (сменная выработка

35...40 голов). При этом фиксировалось количество остриженных голов, и снимались оттиски с остриженной поверхности спины и холки. Шерсть была не засорена.

Для того чтобы получить более адекватные результаты указанных выше параметров, стригаль до проведения исследований работал 2 дня стригальной машинкой, режущий аппарат которой предстояло оценить.

Длина, тонина, модуль упругости, количество шерстного жира состриженной шерсти определяли по методикам [102,205, 230, 279, 287, 360].

2.6. Результаты исследований предложенных решений

Исследования по оценке качества работы режущего аппарата стригальной машинки проводили в лабораторных и производственных условиях.

Заточка ножей и гребенок режущего аппарата стригальной машинки МСУ – 200, в лабораторных и производственных условиях, осуществлялась на точильном аппарате ТА – 1, при соблюдении оптимальных параметров заточки: усилие прижатия затачиваемого ножа к поверхности заточного диска – 15,5 Н, времени контакта затачиваемого ножа с поверхностью заточного диска 7...10 с, размах подвеса 5...10 мм. Для стригальной машинки МСУ – 200 использовали два ножа: с углом заточки $\beta=60^\circ$ (серийно выпускаемый нож) и с углом заточки $\beta=45^\circ$.

Элементы разработанного режущего аппарата затачивали на шлифовальном станке, при соблюдении температурного режима и допустимой толщины ножа и гребенок. В среднем продолжительность заточки одного элемента составила 90 – 100 с.

Полученные в результате лабораторных и производственных исследований отпечатки, снятые по разработанной методике определения качества работы режущего аппарата сканировали на сканере Canon i-sensis MF4016 с помощью программы ABBYY FineReader 10.0 инвертировали и

увеличивали в 5 раз. Полученные данные обрабатывали методами вариационной статистики, при использовании программных продуктов MathCAD 14 Professional, Microsoft Office Excel 2010, StatSoft STATISTICA6.0

Оценку работы проводили в сравнении со стригальной машинкой МСУ – 200 (нож с углом заточки $\beta=60^\circ$).

Рассмотрим влияние параметров φ , n , V на качество работы предлагаемого режущего аппарата. На рис. 1 приложения А представлена поверхность отклика, характеризующая зависимость $\eta = f(\varphi, n)$.

Анализ поверхности отклика, позволяет констатировать, что более качественная работа режущего аппарата наблюдается при увеличении числа двойных ходов. Качество улучшается после значения $n = 2200$ ходов мин⁻¹, до этого значения, безразмерный коэффициент η имеет минимальные значения. Это связано с тем, что при уменьшении числа двойных ходов ножа, увеличиваются площадки с повторным пробегом лезвий ножа и так называемые «мертвые» зоны, по которым нож не пробегает, вследствие чего увеличивается продольный и поперечный отгиб шерстинок, а также увеличивается количество сечки. Угол φ не значительно влияет на коэффициент η , но можно предположить что, с увеличением угла наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности до 35° , возможно увеличение коэффициента η на 3%. Но при этом произойдет увеличение сопротивлению перемещению режущего аппарата и соответственно возрастет нагрузка на руку стригателя. Поэтому увеличивать угол наклона нет никакой необходимости. В целом поверхность отклика можно описать следующим уравнением:

$$\eta = 0,554 + 0,0003\varphi + 7,708 \cdot 10^{-5}n - 3,667 \cdot 10^{-7}\varphi^2 + 9,238 \cdot 10^{-8}\varphi n + 1,23 \cdot 10^{-8}n^2, \quad (2.26)$$

где η – коэффициент, характеризующий качество работы режущего аппарата; φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы; n – частота двойных ходов ножа, мин⁻¹

Следует отметить, что у режущего аппарата стригальной машинки МСУ – 200 поверхность отклика (рис. 4 приложения А) выглядит почти аналогично, разница только в том, что у МСУ – 200 коэффициент η начинает увеличиваться только при $n > 2600$ ходов мин⁻¹, и достигает максимального значения $\eta = 0,89$ при $n = 3200$ ходов мин⁻¹.

О влиянии скорости подачи стригальной машинки на качество работы режущего аппарата можно судить по поверхностям отклика (рис. 2, 3 приложения А).

Скорость подачи стригальной машинки влияет на качество работы режущего аппарата, на поверхности рис. 2 приложения А видно, что η плавно возрастает с увеличением скорости и достигает максимальных значений при $V = 0,8 \dots 1,0$ м/с.

Угол φ , так же, как и в предыдущем случае, не оказывает значительного влияния.

Уравнение, описывающее поверхность (рис. 2 Приложения А):

$$\eta = 0,589 + 0,0005\varphi + 0,516V - 3,667 \cdot 10^{-7} \varphi^2 + 4,314 \cdot 10^{-5} \varphi V - 0,257V^2, \quad (2.27)$$

где V – скорость подачи стригальной машинки, м/с.

При рассмотрении поверхности характеризующей зависимость качества работы режущего аппарата от числа двойных ходов и скорости подачи стригальной машинки (рис. 3 приложения А), следует отметить 2 зоны.

Первая зона, соответствующая $n = 2000 \dots 2200$ мин⁻¹: в этой области при скорости подачи меньше 0,6 м/с коэффициент η снижается. Связано это с тем, что стрижка на низких скоростях подачи стригальной машинки и низкой частоте двойных ходов ножа, приводит к заминанию шерстного покрова и

увеличенному образованию сечки за счет того, что нож будет пробегать по уже остриженной поверхности.

Вторая зона, соответствующая $n=2400\dots3200$ мин⁻¹: при скорости подачи в диапазоне 0,8...1,2 м/с, наблюдается наиболее высокое качество работы режущего аппарата, $\eta = 0,89\dots0,95$.

Уравнение, описывающее поверхность (рис. 3 приложения А):

$$\eta = 0,413 + 4,19 \cdot 10^{-5} n + 0,411V + 1,23 \cdot 10^{-8} n^2 + 4,177 \cdot 10^{-5} nV - 0,257V^2 \quad (2.28)$$

Опираясь на вышеизложенное, можно предположить, что разработанный режущий аппарат будет качественно работать при следующих значениях: $n > 2400$ мин⁻¹, скорость подачи – $V=0,7\dots1,1$ м/с.

Анализ [103] поверхностей, характеризующих $\eta = f(\varphi, n, V)$ режущего аппарата стригальной машинки МСУ – 200 (рис 4, 5, 6 приложение А) показал, что оптимальными для работы этого режущего аппарата будут $2200 < n < 2900$ мин⁻¹, $V = 0,6\dots0,8$ м/с, при этом значения η не превысят значений 0,86...0,9.

Что касается производственных исследований, то они были проведены согласно программе исследований по разработанным методикам.

Испытания проводили при следующих условиях – $n = 2380$ мин⁻¹, скорость подачи стригальной машинки $V = 0,7\dots0,9$ м/с, ножами с углом заточки $\beta=60^\circ$ и $\beta=45^\circ$

На отпечатках четко просматриваются 4 одинаковые зоны после прохода режущего аппарата МСУ – 200 и 5 одинаковых зон после прохода предложенного режущего аппарата. Это объясняется тем, что в первом случае нож имеет 4 зуба, а во втором 5. Поэтому в дальнейшей обработке мы рассматривали только 1/4 и 1/5 отпечатка соответственно для МСУ – 200 и нашего режущего аппарата.

Фиксировалась высота среза по ширине отпечатка. Результаты, обрабатывали статистическим методом [74, 76, 82, 132], представлены в приложении Б в виде матриц, для режущего аппарата МСУ – 200 (нож с

углом заточки $\beta=60^\circ$) матрица $S(X)$, для режущего аппарата МСУ – 200 (нож с углом заточки $\beta=45^\circ$) матрица $SS(X)$, для разработанного режущего аппарата матрица $N(X)$. Матрица (X) – значения по оси абсцисс. Зависимости высоты среза по ширине представлены на рис. 1, 2 и 3 приложения Б. соответственно.

Для определения функции $h = f(x)$, представили полученные зависимости в виде матрицы XU (приложение Б) и аппроксимировали, используя интерполяционный многочлен Лагранжа. Нами получены следующие результаты:

- для режущего аппарата МСУ – 200 нож с углом заточки $\beta=60^\circ$ – выражение 2.29 и рис. 4 приложения Б;

$$h(x) = \begin{cases} h, & a \leq x \leq b \\ 2.95 \cdot 10^3 - 1.937 \cdot 10^3 \cdot x + 502.467 \cdot x^2 - 64.327 \cdot x^3 + 4.071 \cdot x^4 - \\ - 0.102 \cdot x^5, & b \leq x \leq c \\ h, & c \leq x \leq d \\ - 9.994 \cdot 10^4 + 2.257 \cdot 10^4 \cdot x - 1.91 \cdot 10^3 \cdot x^2 + 71.735 \cdot x^3 - 1.009 \cdot x^4, & d \leq x \leq e \end{cases} \quad (2.29)$$

- для режущего аппарата МСУ – 200 нож с углом заточки $\beta=45^\circ$ – выражение 2.30 и рис. 5 приложения Б;

$$h(x) = \begin{cases} h, & a \leq x \leq b \\ 851.063 - 554.54 \cdot x + 143.153 \cdot x^2 - 18.256 \cdot x^3 + 1.153 \cdot x^4 - \\ - 0.029 \cdot x^5, & b \leq x \leq c \\ h, & c \leq x \leq d \\ - 3.292 \cdot 10^4 + 7.524 \cdot 10^3 \cdot x - 644.042 \cdot x^2 + 24.47 \cdot x^3 - \\ - 0.348 \cdot x^4, & d \leq x \leq e \end{cases} \quad (2.30)$$

- для разработанного режущего аппарата – выражение 2.31 и рис 6 приложения Б.

$$h(x) = \begin{cases} h, & a \leq x \leq b \\ - 23.138 + 11.263 \cdot x - 1.347 \cdot x^2 - 0.019 \cdot x^3 + 0.014 \cdot x^4 - \\ - 0.0007 \cdot x^5, & b \leq x \leq c \\ h, & c \leq x \leq d \\ - 966.11 + 140.959 \cdot x - 2.64 \cdot x^2 - 0.373 \cdot x^3 + 0.014 \cdot x^4, & d \leq x \leq e \end{cases} \quad (2.31)$$

Точки а, b, с, d, е имеют следующие координаты:

	a	(0;3.5)
	b	(6.0;3.5)
для выражений 2.29.и 2.30	c	(10.5;3.5) ;
	d	(16.5;3.5)
	e	(19.2;3.5)
	a	(0;3.0)
	b	(4.5;3.0)
для выражения 2.31	c	(10.5;3.0)
	d	(13.5;3.5)
	e	(16.5;3.5)

По полученным функциям можно определить общие площади среза для режущего аппарата МСУ–200 (нож с углом заточки $\beta=60^\circ$ ($S_{общ} = 88,802 \text{ мм}^2$), для режущего аппарата МСУ–200 (нож с углом заточки $\beta=45^\circ$ ($S_{общ} = 78,14 \text{ мм}^2$) и для разработанного режущего аппарата ($S_{общ} = 55,81 \text{ мм}^2$), а следовательно и коэффициент, оценивающий качество работы режущего аппарата стригальной машинки (площадь прямоугольника ABCD $S_{ABCD}^{МСУ-200} = 67,2 \text{ мм}^2$; $S_{ABCD}^{РА} = 49,5 \text{ мм}^2$ (2.25)). Тогда для режущего аппарата МСУ – 200 (нож с углом заточки $\beta=60^\circ$) коэффициент $\eta_{\beta=60^\circ}^{МСУ-200} = 0,757$, для режущего аппарата МСУ – 200 (нож с углом заточки $\beta=45^\circ$) коэффициент $\eta_{\beta=45^\circ}^{МСУ-200} = 0,86$, а для предлагаемого режущего аппарата коэффициент $\eta^{РА} = 0,887$.

Таким образом, при стрижке режущим аппаратом МСУ-200 ножом с углом заточки $\beta=45^\circ$ получается низкий срез шерсти, увеличивается настриг на 0,034 кг, а разработанный режущий аппарат позволяет получить более низкий срез шерсти, увеличить настриг на 0,061 кг/гол. Полученную шерсть в обоих случаях сдавать по I –му сорту (ГОСТ 28491 – 90).

Оценка энергетических характеристик режущего аппарата стригальной машинки.

Лабораторные исследования позволили получить данные характеризующие энергетические параметры разработанного режущего

аппарата стригальной машинки и режущего аппарата стригальной машинки МСУ – 200.

Оценить энергетические характеристики можно проанализировав поверхности откликов, характеризующие $F_p = f(\varphi, n, V)$ - сопротивление перемещению режущего аппарата стригальной машинки и потребляемую при этом мощность - $N = f(\varphi, n, V)$.

Влияние частоты двойных ходов (n) и угла наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности (φ) на F_p предлагаемого режущего аппарата представлено на рис. 7 приложения А.

Согласно полученным результатам, минимальное сопротивление перемещению разработанного режущего аппарата наблюдалось при частоте двойных ходов $n = 3000 \text{ мин}^{-1}$, $\varphi = 0^\circ$ и составило при этом $F_p = 19,43 \text{ Н}$, максимальное значение $F_p = 41,36 \text{ Н}$, при $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ и $\varphi = 30^\circ$. Анализируя поверхность отклика (рис. 7 приложения А), можно отметить, что с увеличением угла φ сопротивление изменяется в сторону увеличения не так значительно, в среднем не более чем на 5,4%. Следовательно можно предположить, что угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности не значительно влияет на сопротивление. Подтвердить это предположение позволит анализ поверхности отклика, характеризующий зависимость F_p от n и от скорости подачи стригальной машинки V , рис. 8 приложения А.

Что касается влияния частоты двойных ходов ножа на F_p , то наши исследования согласуются с заключением других ученых по этому вопросу [168, 173, 174].

С увеличением частоты двойных ходов ножа n практически линейно происходит уменьшение сопротивления перемещению режущего аппарата стригальной машинки, что объясняется тем, что значительно сокращается площадь «мертвых» зон, т.е. зон, по которым не проходит активное лезвие ножа режущего аппарата.

Выражение, описывающее зависимость $F_p = f(\varphi, n)$:

$$F_p = 65,764 + 0,159\varphi - 0,015n + 0,0001\varphi^2 - 4,361 \cdot 10^{-5} \varphi n + 2,869 \cdot 10^{-7} n^2, \quad (2.32)$$

где F_p – сопротивление перемещению режущего аппарата, Н; φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы; n – частота двойных ходов ножа, мин⁻¹.

Проанализируем поверхность отклика, характеризующую зависимость $F_p = f(\varphi, V)$, рис. 8 приложения А.

Поверхность отклика описывается выражением:

$$F_p = 22,082 + 0,082\varphi + 5,458V + 0,00001\varphi^2 - 0,036\varphi V + 1,714V^2, \quad (2.33)$$

где V – скорость подачи стригальной машинки, м/с.

Минимальное сопротивление перемещению разработанного режущего аппарата наблюдали при скорости перемещения стригальной машинки $V = 0,5$ м/с и $\varphi = 0^\circ$, оно составило при этом $F_p = 19,43$ Н, максимальное значение $F_p = 41,36$ Н, при $V = 1,25$ м/с и $\varphi = 30^\circ$.

Анализ рис. 8 приложения А показывает, что при увеличении угла φ происходит увеличение сопротивления F_p в среднем на 9,38%, что почти в 2 раза больше, чем при зависимости $F_p = f(\varphi, n)$. Вероятно, имеет место комплексное влияние V и φ , т.е. с увеличением скорости и угла наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности возрастает сопротивление F_p . С увеличением скорости, F_p также увеличивается почти прямопропорционально.

Анализ, поверхности отклика характеризующего $F_p = f(n, V)$ (рис. 9 приложения А), показывает резкое увеличение сопротивления F_p при высоких скоростях V и низкой частоте n . На этих режимах наблюдается низкое качество работы режущего аппарата стригальной машинки, т.к. площадки повторного пробега активного лезвия ножа резко увеличиваются, как и площади «мертвых» зон. Вследствие чего возникает повышенное

сопротивление. Минимальное сопротивление наблюдается при значении $n > 2600 \text{ мин}^{-1}$.

Выражение, описывающее поверхность представленную на рис. 9 приложения А, записывается следующим образом:

$$F_p = 57,559 - 0,014n + 10,548V + 2,869 \cdot 10^{-7} n^2 - 0,002nV + 1,714V^2 \quad (2.34)$$

Регрессионный анализ результатов полученных при определении зависимости $F_p = f(\varphi, n, V)$, позволил получить модель, которая адекватно описывает эту зависимость. Проверку адекватности проводили с помощью F – критерия. Расчетное значение критерия Фишера ($F_{расч} = 3,104$) меньше табличного ($F_{табл} = 19,30$) при 5 % уровне значимости, что свидетельствует об адекватности полученной модели.

Уравнение этой модели:

$$F_p = 58,697 + 0,055\varphi - 0,015n + 7,924V \quad (2.35)$$

Суммируя вышеизложенное следует предположить, что наименьшее сопротивление перемещению F_p разработанного режущего аппарата будет при следующих значениях – $n > 2300 \text{ мин}^{-1}$, скорости подачи $V = 0,7 \dots 0,9 \text{ м/с}$, угла $\varphi = 0^\circ \dots 7^\circ$.

Поверхности отклика, характеризующие сопротивление перемещению разработанного режущего аппарата в зависимости от тех же параметров режущего аппарата стригальной машинки МСУ – 200 (нож с углом заточки $\beta = 60^\circ$) представлены в приложении на рис 10, 11, 12 приложения А. Сравнивая сопротивление F_p предложенного аппарата с аппаратом МСУ – 200, следует отметить следующее: максимальное значение $F_p^{\text{МСУ-200}} = 46,4 \text{ Н}$, а предложенного режущего аппарата $F_p^{\text{РА}} = 41,7 \text{ Н}$, минимальные значения соответственно $F_p^{\text{МСУ-200}} = 24,6 \text{ Н}$ и $F_p^{\text{РА}} = 19,4 \text{ Н}$. Таким образом сопротивление F_p у предлагаемого режущего аппарата в среднем меньше на 18...20%.

Отличие между сопротивлением перемещению стригальной машинки МСУ-200 (ножом с углом заточки $\beta=45^\circ$) и МСУ-200 (ножом с углом заточки $\beta=60^\circ$) не превышает 5% погрешности, поэтому в работе не приведены результаты исследований режущего аппарата с ножом $\beta=45^\circ$.

Второй определяемой энергетической характеристикой, является мощность N , затрачиваемая на проход режущего аппарата. Рассмотрим поверхности отклика, описывающие зависимость $N = f(\varphi, n, V)$ и результаты регрессионного анализа.

Зависимость $N = f(\varphi, n)$ отображена поверхностью представленной на рис. 10 приложения А. Поверхность условно можно разделить на две зоны: первая – $1800 < n < 2500$ и вторая – $2500 < n < 3200$.

В первой зоне при увеличении угла φ значительно возрастает потребляемая мощность с $N = 70$ Вт до $N = 115$ Вт, при изменении φ в пределах от 0° до 35° , т.е. на 64%, что объясняется увеличением силы трения режущего аппарата (ножа в частности) о шерстный покров. Во второй зоне N изменяется только на 40%. Кроме того, следует отметить, что в диапазоне $2700 < n < 2900$ N имеет минимальные значения и прямо пропорционально увеличивается при увеличении угла φ .

Поверхность описывается следующим выражением:

$$N = 101,389 + 1,68\varphi - 0,011n - 0,006\varphi^2 - 0,0003\varphi n - 2,989 \cdot 10^{-6}n^2, \quad (2.36)$$

где N – мощность, затрачиваемая на проход режущего аппарата, Вт; φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы; n – частота двойных ходов ножа, мин⁻¹

Поверхность характеризующая $N = f(\varphi, V)$, представлена на рис. 11 приложения А. Анализ поверхности показывает, что скорость перемещения стригальной машинки значительно влияет на мощность N .

Объясняется это тем, что при увеличении скорости V для преодоления возникающего сопротивления перемещению режущего аппарата необходима

и большая мощность. Минимальное значение затрачиваемой мощности $N = 39,58$ Вт будет при следующих значениях $V = 0,5$ м/с, $\varphi = 0^\circ$.

Зависимость, описывающая поверхность:

$$N = 44,037 + 0,897\varphi + 9,959V - 0,006\varphi^2 + 0,109\varphi V + 3,989V^2 \quad (2.37)$$

Для анализа вызывает интерес поверхность, характеризующая зависимость $N = f(n, V)$, рис. 12 приложения А.

При $1800 < n < 2300$ мин⁻¹ скорость V значительно влияет на изменение N . Мощность увеличивается на 40% при $0,4 < V < 1,3$ м/с, а при $2400 < n < 3200$ изменяется всего лишь на 25 – 30%, поэтому целесообразнее, с позиции снижения потребления мощности, использовать разработанный режущий аппарат при $n > 2400$ мин⁻¹.

Поверхность, описывается зависимостью:

$$N = 102,33 - 0,0114n + 21,474V - 2,989 \cdot 10^{-6} n^2 - 0,004nV + 3,989V^2 \quad (2.38)$$

Оптимальными параметрами работы режущего аппарата, по результатам анализа поверхности отклика рис. 12 приложения А, будут $V = 0,7 \dots 1,1$ м/с, $n = 2400 \dots 3000$ мин⁻¹.

Регрессионный анализ позволил нам описать зависимость $N = f(\varphi, n, V)$ следующим выражением:

$$N = 114,221 + 0,819\varphi - 0,029n + 18,575V \quad (2.39)$$

Проверку адекватности проводили по F – критерию. Расчетное значение критерия Фишера ($F_{расч} = 3,104$) меньше табличного ($F_{табл} = 19,30$) при 5 % уровне значимости, что свидетельствует об адекватности полученной модели.

Таким образом, для снижения мощности затрачиваемой на проход режущего аппарата, важны все параметры.

С учётом анализа поверхностей представленных на рис. 10 – 12 приложения А, определяем оптимальные параметры: $n = 2400 \dots 3000$ мин⁻¹, скорость подачи $V = 0,7 \dots 1,0$ м/с, угол $\varphi = 0^\circ$.

Оптимальные параметры для эксплуатации разработанного режущего аппарата: $n = 2400 \dots 3000 \text{ мин}^{-1}$, скорость подачи $V = 0,7 \dots 1,0 \text{ м/с}$, угол $\varphi = 0^\circ \dots 5^\circ$ - получены из условий $F_p \rightarrow \min$, $N \rightarrow \min$ и $\eta \rightarrow \max$, используя метод наложения оптимальных значений рассматриваемых параметров.

Поверхности отклика, характеризующие потребление мощности на перемещение режущего аппарата в зависимости от V , n , φ режущего аппарата стригальной машинки МСУ – 200 представлены в приложении А на рис. 16 – 18. Сравнивая мощность N предложенного режущего аппарата с режущим аппаратом МСУ – 200, можно отметить следующее: максимальное значение $N_{\max}^{\text{МСУ-200}} = 115 \text{ Вт}$, а предложенного режущего аппарата $N_{\max}^{\text{РА}} = 107 \text{ Вт}$, минимальные значения соответственно $N_{\min}^{\text{МСУ-200}} = 49 \text{ Вт}$ и $N_{\min}^{\text{РА}} = 40 \text{ Вт}$, таким образом мощность, затрачиваемая на проход у предлагаемого режущего аппарата в среднем меньше на 13...15%.

Оценку надежности работы разработанного режущего аппарата проводили в лабораторных и в производственных условиях.

В лабораторных условиях – на стенде для ускоренных испытаний, по методике описанной выше. За критерий надежности работы принята продолжительность работы режущего аппарата до достижения в обмотках электродвигателя силы тока 5 А.

Испытывали два режущих аппарата – разработанный и стригальной машинки МСУ – 200, испытания проведены частоте двойных ходов $n = 2400$, мин^{-1} .

Результаты представлены в виде зависимости $I = f(t)$ на графике рис. 2.20.

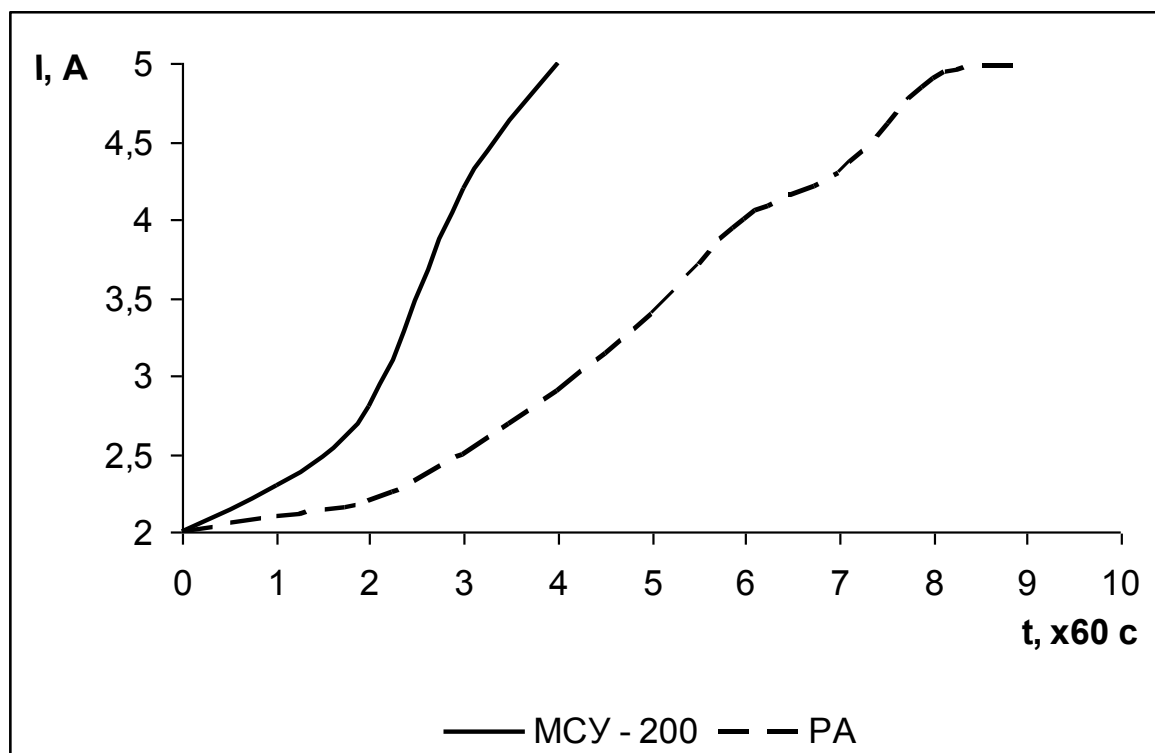


Рис. 2.20. Продолжительность работы режущего аппарата до автоматического отключения стригальной машинки.

Разработанный режущий аппарат проработал до увеличения силы тока 5 А в обмотках эл. двигателя стригальной машинки в 2...2,25 раза больше, чем режущий аппарат стригальной машинки МСУ - 200.

Объяснить это можно двумя причинами. Первая – усилие прижатия ножа к гребенкам в режущем аппарате составляло не более 10...15 Н, в то время как усилие создаваемое прижимным механизмом МСУ – 200 было в пределах 80...130 Н. Поэтому, в режущем аппарате МСУ – 200 сила трения ножа о гребенку выше, требуется больше мощности для перемещения ножа по гребенке, а следовательно увеличивается сила тока в обмотке эл. двигателя.

Вторая причина – ход ножа в разработанном режущем аппарате меньше чем в МСУ – 200. Кроме того, абразивным частицам, находящимся в кювете станда, сложнее попасть в зазор между ножом и гребенками. Таким образом, износ и нагрев самого режущего аппарата меньше.

В производственных условиях за показатель надежности принято количество голов, остриженных одним режущим аппаратом до затупления (между переточками элементов ножа, гребенок).

Результаты производственных исследований представлены на рис. 2.21.

Анализ производственных исследований показал, что количество остриженных разработанным режущим аппаратом овец, в 2...2,3 раза больше, чем режущим аппаратом МСУ – 200.

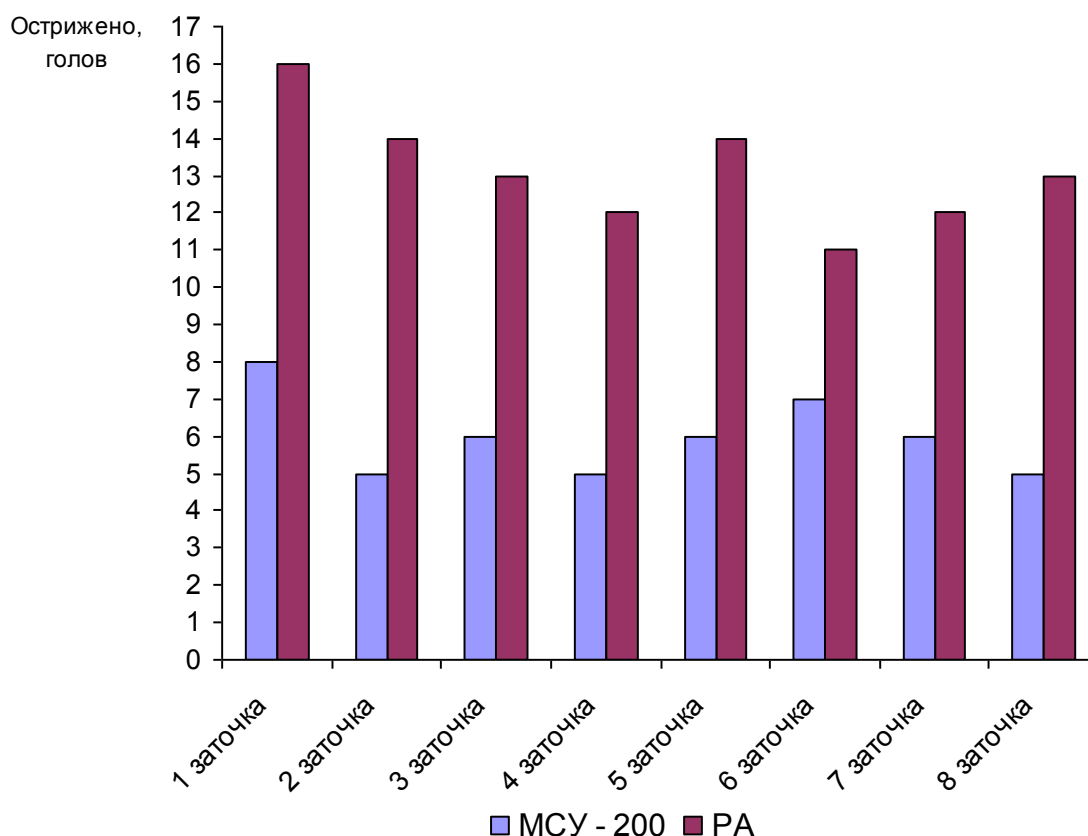


Рис. 2.21. Количество овец, остриженных между заточками элементов режущих аппаратов.

Таким образом, производственные исследования подтверждают адекватность оценки надежности режущего аппарата, разработанным стендом для ускоренных испытаний. Что позволяет использовать предложенную оценку надежности и стенд для дальнейших исследований.

2.7. Экономическая эффективность предложенных решений

Мероприятия, направленные на разработку и применение новых технологий, технических и организационных решений имеют целью усовершенствовать или перестроить существующие способы производства продукции, выполнения работ и услуг, в результате которых обеспечивается: сокращение труда, удешевление стоимости произведенной продукции, повышение производительности и т.д. [195, 196]. Расчет экономической эффективности предложенных технических решений проведен по предложенной Л.П. Кормановским и Н.М. Морозовым методике [157].

Характеристики экономической эффективности предлагаемого режущего аппарата сравнивали с серийно выпускаемым режущим аппаратом, который используется на стригальных машинках МСУ–200 и МСО-77Б.

Сравнение эксплуатационных характеристик предлагаемого и серийного режущих аппаратов определяли по их стойкости (количество остриженных голов до затупления режущих элементов) и балансовой стоимости.

Затраты на изготовление предлагаемого режущего аппарата

Себестоимость предлагаемой конструкции ножа складывается из: стоимости материалов (основных и вспомогательных) при изготовлении конструкции - C_M ; заработной платы с отчислениями - $C_{П}$; общепроизводственных накладных расходов - $C_{ОП}$:

$$C_k = C_M + C_{ЗП} + C_{ОП}. \quad (2.40)$$

Стоимость основных материалов определяли по выражению:

$$C_M = \sum M_i \cdot C_i, \quad (2.41)$$

где M_i – масса израсходованного материала i -го вида, кг;

C_i – цена одного кг материала i -го вида, руб.

Общая стоимость материалов на изготовление одного комплекта разработанного режущего аппарата, составляет 45 руб. (в ценах 2013 года).

Заработная плата производственным рабочим рассчитывается по следующей формуле:

$$C_{ЗП} = C_{ОЗП} \cdot K_D \cdot K_{СОЦ}, \quad (2.42)$$

где $C_{ОЗП}$ – основная заработная плата, руб;

K_D – коэффициент дополнительной заработной платы, $K_D=1,09$;

$K_{СОЦ}$ – коэффициент отчислений на социальные нужды,

$K_{СОЦ} = 1,302$

Основная заработная плата определяется как:

$$C_{ОЗП} = (T_{ИЗ} + T_{СБ}) \cdot C_ч, \quad (2.43)$$

где $T_{ИЗ}$ – трудоемкость изготовления элементов изделия, - 0,5 чел.-час;

$T_{СБ}$ – трудоемкость сборки изделия - 0,1 чел.-час;

$C_ч$ – тарифная ставка рабочего изготавливавшего и собиравшего изделие 43,5 руб/час.

Величина её составляет $C_{ОЗП} = 26,1$ руб., значит $C_{ЗП} = 37,04$ руб.

Общепроизводственные расходы рассчитывались по формуле:

$$C_{ОП} = \frac{(R_{ОП} \cdot C_{ОЗП})}{100}, \quad (2.44)$$

где $R_{ОП}$ – процент общепроизводственных расходов, $R_{ОП}=115\%$ [196].

И составили 30,02 руб.

Тогда затраты на изготовление предлагаемой конструкции режущего аппарата составят – 112,06 руб.

Для определения ориентировочной договорной цены можно воспользоваться зависимостью:

$$C_{ДОГ} = C_K + C_{ВП} + П_{ПР}, \quad (2.45)$$

где $C_{ВП}$ – внепроизводственные расходы предприятия изготовителя, руб., $П_{ПР}$ – прибыль того же предприятия, руб.

Внепроизводственные расходы определяют по выражению:

$$C_{ВП} = \frac{(R_{ПР} \cdot (C_K + C_{ОП}))}{100}, \quad (2.46)$$

где $R_{ПР}$ – процент внепроизводственных расходов 12% [196]

Тогда по расчетам они составили 17,05 руб.

Расчетная прибыль предприятия:

$$P_{\text{пр}} = \frac{(R_{\text{пр}} \cdot (C_{\text{к}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{вл}}))}{100}, \quad (2.47)$$

где $R_{\text{пр}}$ – процент прибыли предприятия 15%;

Таким образом, расчетная прибыль предприятия составила 23,87 руб.

Тогда, $C_{\text{дог}} = 152,98$ руб.

Балансовая стоимость режущего аппарата складывается из договорной цены приобретения и дополнительных затрат на доставку, которые составляют 20% от цены приобретения

$$B = 0,2 \cdot C_{\text{дог}} + C_{\text{дог}}, \quad (2.48)$$

и составила 183,58 руб.

Исходные данные для расчета экономической эффективности представлены в табл. 2.4

2.4. Исходные данные для расчета экономической эффективности

Показатели	Стандартный режущий аппарат	Разработанный режущий аппарат
Настриг шерсти, кг/гол	4,5	4,561
Балансовая стоимость элементов режущего аппарата, руб.	150,0	183,58
Цена ед. продукции, руб/кг	35	40
Часовая тарифная ставка стригалю, руб.	50	50
Количество голов остриженных до затупления режущей пары	6	14

Прямые производственные затраты

$$I = O_{\text{тр}} + A + P + C_{\text{эл}}, \quad (2.49)$$

где O_{TP} – оплата труда стригаля, руб/гол., A – амортизационные отчисления, руб/гол., P – затраты на ремонт и ТО, руб/гол., $C_{ЭЛ}$ – затраты на электроэнергию, руб/гол.

Оплата труда определяется по формуле:

$$O_{TP} = \frac{Ч \cdot b}{W}, \quad (2.50)$$

где $Ч$ – часовая тарифная ставка стригаля, руб. ($Ч = 50$ руб.); b – коэффициент начислений на зарплату, $b = 1,6$; W – количество остриженных голов до затупления, гол.

В расчете на одно животное было получено по базовому варианту 13,34 руб/гол, по проектируемому 5,72 руб/гол.

Амортизационные отчисления:

$$A = \frac{B \cdot a}{100 \cdot N}, \quad (2.51)$$

где a – норма отчислений на амортизацию, % (16,7%); N – количество голов, остриженных одним ножом.

Рассчитаны для: $A_{БАЗ} = 4,18$ руб/гол.; $A_{ПР} = 2,19$ руб/гол.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание:

$$P = \frac{B \cdot r}{100 \cdot N}, \quad (2.52)$$

где r – норма отчислений на техническое обслуживание, % (12,1%);

составили: $P_{БАЗ} = 3,03$ руб/гол., $P_{ПР} = 1,59$ руб/гол.

Затраты на электроэнергию подсчитываются по формуле:

$$C_{ЭЛ} = \frac{T \cdot Ц_{кВт}}{N}, \quad (2.53)$$

где T – количество израсходованной электроэнергии, кВт;

$Ц_{кВт}$ – стоимость электроэнергии, принимаем на основе цен для сельского хозяйства, $Ц_{кВт} = 1,6$ руб./кВт.

Следовательно, затраты соответственно составили: $C_{элБАЗ} = 0,1$ руб/гол., $C_{элПР} = 0,03$ руб/гол.

Тогда прямые производственные затраты на единицу выполняемых работ: $I_{БАЗ} = 20,65$ руб/гол. $I_{ПР} = 9,53$ руб/гол

Изменения в стоимости получаемой продукции:

$$\pm D_{уд} = C_2 P_2 - C_1 P_1, \quad (2.54)$$

где C_2 и C_1 – цена единицы продукции в проектируемом и базовом вариантах, руб. ($C_1 = 35$ руб/кг, за счет более низкого среза C_2 выше и составляет 40 руб/кг);

P_2 и P_1 – выход продукции в натуральном выражении в расчете на одну голову. $D_{уд} = 24,94$ руб/гол

Удельные капитальные вложения определяются по формуле:

$$K_{уд} = \frac{B}{N}, \quad (2.55)$$

$K_{уд БАЗ} = 25$ руб./гол., $K_{уд ПР} = 13,11$ руб./гол

Подсчитываются удельные приведенные затраты по каждому варианту:

$$\begin{aligned} J_{БАЗ} &= I + E_H \cdot K_{уд} \pm D_{уд} \\ J_{ПР} &= I + E_H \cdot K_{уд} \end{aligned}, \quad (2.56)$$

где E_H – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, 15% ($E_H = 0,15$).

$J_{БАЗ} = 49,34$ руб/гол., $J_{ПР} = 11,5$ руб/гол.

Так как $J_{ПР} < J_{БАЗ}$, то можно сделать вывод, что предлагаемый режущий аппарат эффективен.

Показатель снижения эксплуатационных расходов, %

$$C_{э} = \frac{I_{БАЗ} - I_{ПР}}{I_{БАЗ}} \cdot 100, \quad (2.57)$$

$C_{э} = 53,8$ %

Дополнительная прибыль в расчете на один режущий аппарат:

$$П_{доп} = (I_{БАЗ} - I_{ПР} + D_{уд}) \cdot \Delta W \quad (2.58)$$

где $\Delta W = W_{ПР} - W_{БАЗ}$

$P_{доп} = 288,48$ руб.

Результаты расчета экономической эффективности внедрения разработанного режущего аппарата представлены в табл. 2.5.

2.5. Результаты расчета экономической эффективности внедрения разработанного режущего аппарата за сезон стрижки

Показатели	Стандартный режущий аппарат	Разработанный режущий аппарат
Настриг шерсти, кг/гол.	4,500	4,561
Количество остриженных голов до затупления режущей пары, гол.	6	14
Себестоимость стрижки руб./гол.	20,65	9,53
Изменение себестоимости, руб./гол.	X	11,12
Удельные капиталовложения руб./гол.	25,0	13,11
Показатель снижения эксплуатационных расходов, %	X	53,8
Дополнительная прибыль, руб./реж.апп.	X	288,88

Выводы

1. Механизованная стрижка овец – частный случай процесса механической обработки кожного покрова животных, цель которой – получение шерсти. Следовательно, стрижку можно рассматривать как сложную биотехническую систему открытого типа. В подсистемах «человек – оператор» и «машина» могут быть задействованы несколько звеньев, в зависимости от количества обслуживаемого поголовья.

2. Рассмотрение механического обезрунивания овец с позиции биотехнической системы «ЧМЖ» позволило обосновать и предложить перспективные направления по совершенствованию процесса по четырем направлениям. Первый блок направлений – совершенствование стригальной

машинки. Второй блок направлений – повышение устойчивости протекания технологического процесса. Третий блок направлений – оптимизация технологического процесса путем внедрения прогрессивных способов стрижки и решения задач повышения квалификации и физической реабилитации исполнителей. Четвертый блок направлений – продолжение исследований по новым способам обезрунивания.

3. Разнообразие существующих технических решений, разработанных для стрижки овец, доказывает сложность и недостаточную изученность происходящих явлений при перерезании волокон шерстного покрова. Существующие способы и методы определения качества функционирования технической подсистемы не позволяют оценить работу стригальной машинки и стригаля (оператора – исполнителя) числовым показателем.

4. Теоретическое обоснование силового взаимодействия режущего аппарата стригальной машинки шерстным покровом в момент начала резания позволило определить основные конструктивно – режимные и эксплуатационные параметры определяющие энергетические затраты на перерезание шерсти. К этим параметрам следует отнести: β - угол заточки лезвия, δ - толщина лезвия (острота), Δl – длина лезвия, h – толщина перерезаемого слоя, n - частота двойных ходов ножа и V - скорость подачи машинки.

5. Разработанные методики и оборудование для их реализации позволили:

- оценить качество работы режущего аппарата стригальной машинки;
- регистрировать энергетические параметры работы стригальной машинки при различных эксплуатационных режимах;
- оценить надежность работы режущего аппарата в условиях ускоренных испытаний;
- фиксировать и анализировать параметры заточки элементов режущего аппарата (ножа и гребенки)

6. Предложена конструкция режущего аппарата стригальной машинки, состоящая из верхней и нижней гребенок, между которыми располагается нож, совершающий возвратно-поступательное движение по прямой. Уменьшенное расстояние между зубьями гребенок минимизирует отклонение волокон шерсти при перерезании, это позволяет снизить высоту среза и образование сечки в результате повторного пробега лезвия ножа.

7. Лабораторные исследования позволили получить математические зависимости сопротивления перемещению стригальной машинки и затрачиваемой при этом мощности. Зависимости позволяют учитывать эксплуатационные параметры работы и определить их оптимальные значения при использовании предложенного режущего аппарата:

- угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности $\varphi = 0^\circ \dots 5^\circ$;
- частота двойных ходов ножа $n = 2400 \dots 3000 \text{ мин}^{-1}$;
- скорость перемещения стригальной машинки с предложенным режущим аппаратом по поверхности кожного покрова овцы $V = 0,7 \dots 1,0 \text{ м/с}$.

Производственные исследования показали, что применение разработанные технические решения позволили:

- увеличить настриг шерсти, за счет более низкого среза шерсти;
- увеличить продолжительность работы режущего аппарата между переточками и остригать за это время 12...14;
- уменьшить сопротивление перемещению стригальной машинки и мощность на 13...18 % в сравнении со стандартным режущим аппаратом МСУ – 200.

8. Анализ экономической эффективности предложенных технических решений показал, что себестоимость стрижки снижается с 20,65 руб/гол. до 9,53 руб/гол., удельные капитальные вложения в режущий аппарат стригальной машинки уменьшаются с 25,0 руб/гол. до 13,11 руб/гол. Эксплуатационные расходы снизились на 53,8 %.

3. Обоснование технико-технологического процесса механической обработки кожного покрова коз

3.1. Анализ проблемы механического вычесывания пуха коз

Наблюдаемое в последние десятилетие увеличение поголовья пуховых коз [164, 165, 215, 217, 260, 276, 277, 278, 284, 288, 289, 348] позволяет предположить, что наметилась тенденция к возрождению отрасли пухового козоводства. К сожалению, следует констатировать низкий уровень механизации технологических процессов в рассматриваемой отрасли. Крайне слабо механизированы процессы обработки кожного покрова – чески пуха, ветеринарно-санитарной обработки [269, 270, 280]. Если для ветеринарно-санитарной обработки кожного покрова системой машин предусматривается использование специализированного оборудования для распыления ветеринарных препаратов или купочных ванн или установок, то вычесывание пуха в большинстве случаев (до 98%) осуществляется ручными гребнями. Разработанные механические устройства для чески пуха (АВМ, барабанная установка и т.д.), зачастую травмируют кожный покров коз даже на самых щадящих режимах. Эвакуация пуха из зоны обработки осуществляется вручную, теряется качество получаемой продукции (нарушается целостность прядей, происходит разрыв волокон).

Еще одним очень важным аспектом рассматриваемого технологического процесса является его сезонность, сжатые сроки проведения. Возникает проблема с отсутствием квалифицированных чесальщиков пуха. Зачастую, в хозяйствах для чески привлекают не подготовленных людей [232], более 40% это – не задействованные в зимний период на полевых работах механизаторы, 17...19% составляют домохозяйки, 10...12% работники животноводства, 29...33% школьники старших классов, ИТР и служащие хозяйства или просто случайные люди, приглашаемые со стороны. По сведениям В.Д. Позднякова [232], не более

26...28% привлекаемых к процессу работников прошли подготовку на 2х – 3х дневных зооветкурсах в хозяйствах, остальные не проходят подготовку вообще, а работу выполняли по принципу «делай как сосед». И как следствие такого подхода в организации процесса – снижение качества обработки кожного покрова, производительности труда, качества получаемого пуха.

При ручном вычесывании – чесальщик совершает от 1500 до 2000 вычесывающих движений кистью руки, прикладывая при этом значительные физические усилия. В результате кисть испытывает 2х, 3х кратные перегрузки, что, конечно же, сказывается на утомляемости отдельных наиболее нагруженных мышц или целой группы мышц, состоянии опорно-двигательного аппарата исполнителя, что в целом снижает функциональную надежность оператора, а это приводит к травмированию кожного покрова козы.

Следует также отметить, еще один проблемный аспект процесса вычесывания – неоднородность обслуживаемых животных: форма, размеры, ответные реакции на проводимые механические воздействия, неравномерность созревания пуха на поверхности тела животного. Для качественного вычесывания требуется проведение дополнительных подготовительных операций по подготовке к основному вычесыванию [97].

3.2.Ческа коз с позиции сложной биотехнической системы «человек-машина-животное»

Процесс вычесывания пуха коз – частный случай механической обработки кожного покрова животных, цель которого получение высококачественного пухового волокна. Кроме того вычесывание является одним из основных звеньев технологической цепочки получения продукции пухового козоводства. От того, насколько правильно будет организован процесс, совершенны средства механизации будут зависеть качество полученного пуха и его технологические свойства при дальнейшей

переработке, физиологическое состояние козы и ее последующая продуктивность. Отечественные ученые Р.С. Суюнчалиев, Л.П. Карташов, В.Д. Поздняков, В.А. Ротова и др. отмечают в своих работах [135, 140, 236, 261, 292] актуальность процесса вычесывания пуха и рассматривают его с позиций биотехнической системы «Ч-М-Ж». Чесальщик через рабочие элементы технического звена контактирует непосредственно с биологическим звеном «животное» и рассматривается как производитель продукции, в определенной степени определяющий эффективность процесса: качество и количество получаемого пухового волокна, физиологическое состояние животного.

Продуктивная составляющая системы «Ч-М-Ж» зависит во многом от требований, предъявляемых подсистемами друг другу. Необходимо так настроить работу системы в целом, чтобы техническая подсистема полностью или большей степени соответствовала возможностям «человека – оператора» компенсируя при этом его недостатки, кроме того оказывая силовое воздействие на кожный покров животного учитывала физиологические требования и особенности животного.

Внимательное рассмотрение процесса вычесывания с позиций сложной биотехнической системы позволит обосновать перспективные направления по совершенствованию процесса чески пуха коз, поэтому рассмотрим каждую из подсистем сложной биотехнической системы «Ч-М-Ж».

3.2.1. Подсистема «человек - оператор»

Плодотворная деятельность чесальщика пуха коз во многом зависит от требований, предъявляемых со стороны остальных подсистем «машина» и «животное», его психофизиологических особенностей и устойчивостью к физическим и социально – психологическим нагрузкам. По мнению исследователей [32, 33, 56, 78] настройка связи между звеньями «человек» и «машина» играет определяющую роль для достижения конечного результата.

Механическая составляющая сложной биотехнической системы должна полностью соответствовать человеческим возможностям и компенсировать недостатки, которые в той или иной мере присущи человеку – оператору системы, при рассмотрении его с позиции техники.

Как правило, некоторые функциональные возможности технических устройств превосходят возможности человека. При сравнении человека и машины было не однократно доказано, что человек хуже выполняет такие функции как контроль над результатами действий машин или людей, выполнение монотонных повторяющихся операций, расходование энергии с дозированной постепенностью и определенной точностью [98, 159, 345, 346].

Организация трудовой деятельности оператора подразумевает возможность учета его возможностей и потребностей, включая потребность в трудовом творчестве. Базовыми критериями оценки плодотворной деятельности оператора системы являются: производительность труда, скорость выполнения отдельных рабочих действий, процент правильно выполненных производственных задач [135, 354].

Рассматривая трудовую деятельность чесальщика, следует обратить особое внимание на энергетическую составляющую процесса. Как было сказано выше, процесс вычесывания пуха очень трудо- и энергоемок. При вычесывании оказывается энергетическое воздействие на выполнение вспомогательных операций (фиксация объекта воздействия, удержание животного в определенном положении) и основных (расчесывание косиц, вычесывание пуха, удаление загрязнений с поверхности шерстно-пухового покрова). Минимизировать затраты энергии можно применяя более совершенные устройства для вычесывания, обладая знаниями физиологических особенностей процесса, выполняя рациональные технологические приемы.

В исследованиях трудовой деятельности чесальщиков пуха В.Д.Позняковым и В.А. Ротовой [237, 238] отмечается, что процесс получения пуха на протяжении всей фазы работы контролируется

оператором по зрительным, слуховым каналам от животного, а также от средства воздействия (вычесывающего устройства). Качество полученного продукта оценивается визуально во время сортировки при помощи вспомогательных средств (линейка для определения длины пухового волоса, образцов для определения тонины, динамометр для проверки крепости пуха и т.д.). Качество протекания самого процесса определяют по выходу продукции и качеству вычесанного пуха. Продолжительность воздействия исполнителя на объект чески составляет от 20 до 50 минут традиционным ручным гребнем, при этом наибольшая нагрузка приходится на руки (кистевые и локтевые суставы 70-80%), предплечье (10-15%), ноги и корпус (10-12%). В связи с этим очевидным является необходимость разработки нового, более совершенного технологического устройства для чески пуха, которое позволит сократить затраты времени и физической энергии исполнителя, позволив облегчить его труд.

В.Д. Поздняков [232], отмечая значение проблемы подготовки чесальщиков пуха пишет, что: не прошедшие специальную подготовку и не обладающие прочными сенсорно-моторными навыками чесальщики допускают большое число нарушений при обращении с животными. Эти нарушения впоследствии приводили к преждевременному прекращению беременности козоматок, в 30...35 % случаев наблюдались травмирования кожного покрова коз (особенно на брюшном и шейном участках, ляжках ног).

Специфика рассматриваемой биотехнической системы требует учитывать, что при совершенствовании конструкции вычесывающих устройств и процесса чески как такового, в большинстве случаев наличие «живого движения» является необходимым.

Чесальщик пуха не только оператор, а исполнитель производственного процесса, источник физической энергии, грамотность и профессиональные навыки которого в значительной мере содействуют достижению конечной

цели, но некоторым образом и усложняет взаимосвязь звеньев в рассматриваемой системе.

Технология чески пуха у коз становится рациональной, только основываясь на знании исполнителем анатомо-физиологических особенностей животного (строение организма, топограммы кожного покрова), грамотном использовании технических показателей гребенок со своими функциональными возможностями и в большинстве случаев определяется профессиональным уровнем. Эффективность процесса чески пуха зависит от оператора, его профессиональной подготовки, физического и эмоционального состояния; от типа вычесывающей машины, ее соответствия техническим требованиям. Большое значение имеет состояние животного, его шерстно-пухового покрова, условий содержания, половозрастных характеристик.

Квалифицированное обслуживание, а также использование гребней, отвечающих техническим требованиям, обеспечивает целостность кожного покрова животного, при этом не травмируя его, животное не испытывает стресс, сохраняется его генетический потенциал.

3.2.2. Подсистема «машина»

Вычесывание пуха осуществляют с помощью специальных гребней, представляющих собой небольшую лопатку с деревянной или пластмассовой рукояткой. Гребни изготавливают нескольких модификаций: для расчесывания косиц (зубья расположены редко), для основной чески и для дочесывания. Гребни для основной чески имеют рукоятку, в которой закреплены от шести до восьми зубьев длиной 60...110 мм, изготовленных из пружинной проволоки диаметром 2...4 мм. На свободном конце зубья загнуты по радиусу 10...25 мм. Шаг их расстановки (расстояние между концами соседних зубьев) составляет 10...15 мм. Ширина захвата гребня – 70...120 мм.

Зубья гребней для дочесывания тоньше, их изготавливают из проволоки диаметром 2...2,5 мм, с шагом 5...6 мм. Радиус загиба свободного конца зубьев составляет 6...8 мм. Исполнитель, используя эти гребни, расчёсывает шерстно-пуховой покров, извлекая при этом основную часть пуха.

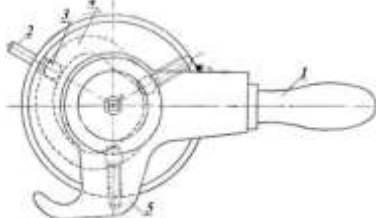
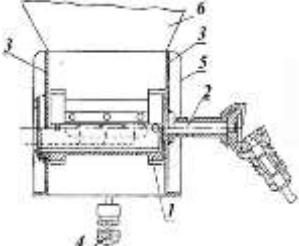
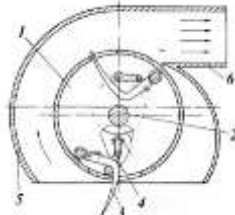
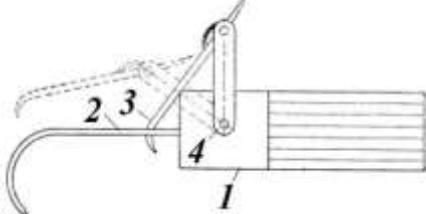
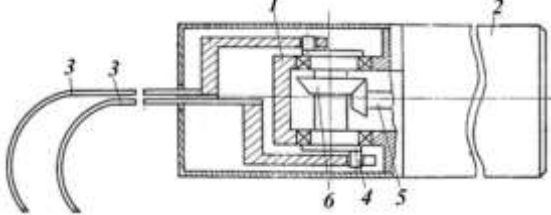
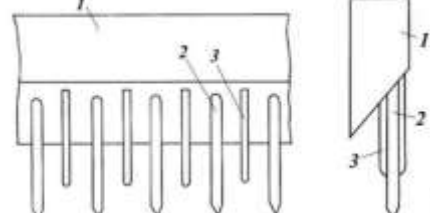
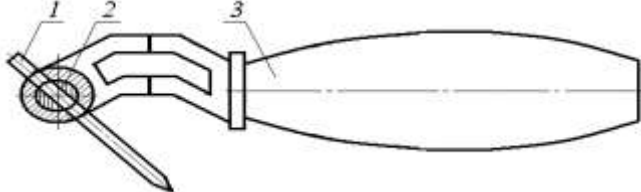
Эти гребни просты в изготовлении, затраты на их изготовление не значительны. Вместе с тем ческа пуха такими гребнями – работа трудоемкая, требующая значительных физических усилий. На протяжении длительного периода принимаются меры по усовершенствованию средств для ручной чески пуха и механизации этого процесса. К разработанным на данный момент средствам для ручного расчесывания и вычесывания пуха относят: скребок, двухсторонний гребень для чески пуха коз, гребень с защемляющими пластинами, гребень для чески пуха и универсальный гребень – гребенка. Так же были предложены и механические устройства для вычесывания пуха, вибрационная машинка АВП-1 и установки барабанного типа.

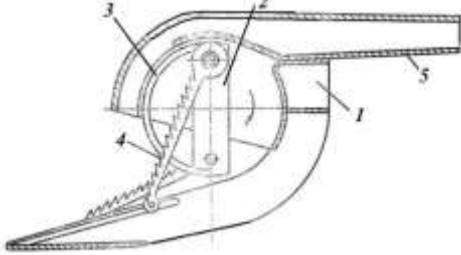
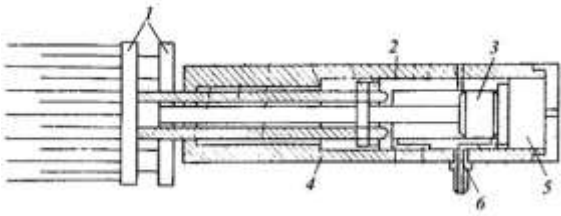
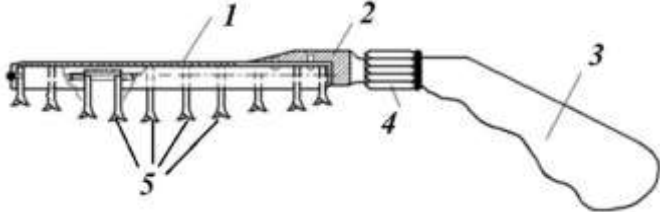
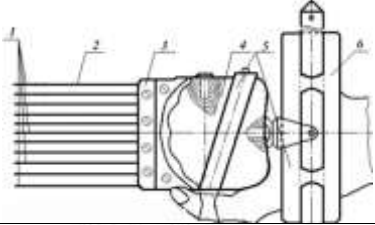
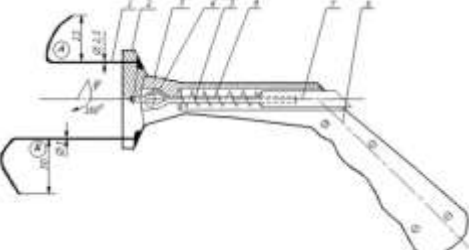
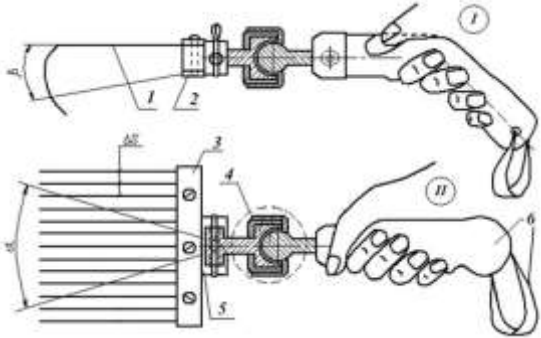
Попытки механизировать вычесывание пуха начали предпринимать в СССР с середины 50-х годов двадцатого столетия, оригинальные конструкции, схемы и обозначения которых приведены в табл. 3.1.

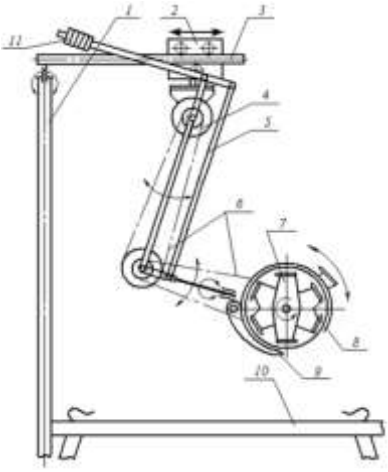
Так Г. Султановым было предложено устройство для прочесывания шерсти и вычесывания пуха у животных [30]. Устройство выполнялось в виде вращающегося барабана, с прочесывающими гребенками, установленными в торцевых стенках барабана. Гребенки снабжены роликами входящими в замкнутые фасонные пазы копиров. Привод устройства осуществлялся через гибкий вал стригальной машинки. Перемещая барабан с вращающимися гребенками на прикрепленных полозьях по кожному покрову, гребенки поочередно выходят и заходят внутрь барабана – благодаря копиру. Вычесанный пух, снимался с устройства войлочным съемщиком.

Преимущество предлагаемой конструкции заключается в минимальном контакте вычесывающих элементов с кожным покровом, что снижает вероятность нанесения травм и причинения болевых ощущений животному.

3.1. Устройства для механической обработки кожного покрова коз

Авторы, № авторского свидетельства	Схема устройства	Позиции
1	2	3
Г. Султанов АС № 98382 [30]		<ol style="list-style-type: none"> 1. рукоятка 2. зубья 3. ролики 4. замкнутые пазы 5. полозья
И.С. Салихов АС №120074 [7]		<ol style="list-style-type: none"> 1. чесальный барабан 2. приводной вал 3. крышки 4. рукоятка 5. лопатка отражатель 6. сборник пуха
А.В. Перчихин, Р.С. Суюнчалиев, И.Ф. Купряшкин, С.А. Татарчук АС № 474324 [3]		<ol style="list-style-type: none"> 1. барабан 2. вал 3. зубья 4. водило 5. кожух 6. патрубок
А.В. Перчихин, Р.С. Суюнчалиев, И.Ф. Купряшкин, С.А. Татарчук АС № 475983 [4]		<ol style="list-style-type: none"> 1. корпус 2. вычесывающие зубья 3. дополнительные зубья 4. поворотная стойка
А.В. Перчихин, Р.С. Суюнчалиев, И.Ф. Купряшкин, С.А. Татарчук АС № 513677 [5]		<ol style="list-style-type: none"> 1. корпус 2. привод 3. гребенки 4. эксцентрики 5. вал 6. коническая шестерня
Р.С. Суюнчалиев, В.В. Шевцов АС № 1287807 [1]		<ol style="list-style-type: none"> 1. зубодержатель 2. ряд зубьев 3. пластины
Р.С. Суюнчалиев, В.В. Шевцов [292]		<ol style="list-style-type: none"> 1. зуб 2. стержень зубодержателя 3. рукоятка

1	2	3
<p>В.М. Мощенко, Я.Я. Савинцев АС № 514592 [6]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. неподвижная гребенка 2. вращающийся колен. вал 3. чистики 4. подвижная гребенка 5. патрубок пухосборника
<p>В.А. Гришин, Н.А.Сальникова АС № 1428326 [2]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. поочередно выдвигающиеся гребенки 2. поршень 3. шток 4. корпус 5. пневмокамера 6. подача сжатого воздуха
<p>Л.П. Карташов, В.Д. Поздняков [140]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. рамка 2. основание 3. ручка 4. соединитель 5. пластины с зубцами
<p>Л.П. Карташов, В.Д. Поздняков, В.А. Сечин, И.Н. Тенищев АС № 2040166 [228, 246, 247]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. пакет с зубьями 2. зубья 3. верхняя пластина 4. ручка 5. фиксатор 6. ремешок
<p>Л.П. Карташов, В.Д. Поздняков [95]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. пакет зубьев 2. основание 3. державка 4. обратный конус 5. зажим цапфовый 6. пружина 7. кнопка 8. ручка
<p>Л.П. Карташов, В.Д. Поздняков [140]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. пакет сменных гребней 2. основание 3. планка 4. соединитель 5. обойма 6. рукоятка с фиксирующим ремешком

1	2	3
<p>Р.С. Суюнчалиев, В.В. Шевцов [352]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. стойка 2. каретка 3. поворотная штанга 4. электродвигатель 5. шарнирно-балансирный механизм 6. клиноременная передача 7. барабанный рабочий орган 8. вычесывающие гребни 9. опорно-расчесывающие зубья 10. стеллаж 11. противовес

Недостаток устройства – его масса, кроме того, вычесанный пух накапливается на рукоятке и высока вероятность его наматывания на вал барабана. Использование гибкого вала для привода, ухудшает маневренность устройства.

И.С. Салихов предложил чесальный аппарат [7], позволяющий не только вычесывать пух, но и очищать поверхность шерстно-пухового покрова от загрязнений, с удалением в специальный сборник. Аппарат представляет собой барабан с закрепленными двумя гребенками и лопастными крыльчатками. Корпус барабана закрыт кожухом. Вращение барабана с крыльчатками создают в кожухе воздушный поток. Игольчатые зубья гребенок захватывают волокна пуха, тем самым осуществляют вычесывание. Воздушным потоком пух (сор), снимается с зубьев гребенок и направляется специальный сборник.

К достоинствам этого аппарата можно отнести наличие сборника, т.е. можно от каждого животного отдельно собирать пух, что во многом упрощает зоотехнический учет по животным.

Недостатки примерно такие же, как и в устройстве Г. Султанова: громоздкость аппарата, значительный вес, использование в качестве привода шарнирного механизма и гибкого вала от стригальной машинки. При определенном положении шарнирного механизма – резко увеличивается крутящий момент, что негативно сказывается на удержании аппарата

исполнителем. Кроме этого, аппарат не позволяет вычесывать пух в труднодоступных местах кожного покрова животного.

Следующий ряд устройств разработан коллективом авторов из ВНИИЭСХа.

А.В. Перчихиным, Р.С. Суюнчалиевым предложено устройство для вычесывания пуха животных [3]. Эта конструкция - усовершенствованное устройство Г. Султанова. Для более качественного вычесывания пуха, авторы предложили закреплять зубья гребенки шарнирно, при этом подпружинивая их, а взаимодействие с кулачком обеспечивать с помощью водила с роликом. Зубья предлагаются выполнять Г-образной формы. При обработке спутанного шерстного покрова зубья независимо друг от друга отгибаются относительно оси на которой закреплены, под действием сил сопротивления. Это приводит к их выглублению, исключая при этом травмирование животных.

Преимущества конструкции - более качественное вычесывание, вычесанный пух собирается в отдельный сборник.

Недостаток - волокна вычесанного пуха не полностью снимаются зубьев, что приводит к их наматыванию на барабан и заклиниванию зубьев. В конечном итоге требуется останавливать устройство для разборки и отчистки от пуха.

Этим же авторским коллективом [4] разработана новая машинка для вычесывания пуха животных. Машинка представляет собой корпус, в который вмонтирован электродвигатель, через привод он связан с рядом вычесывающих зубьев совершающих колебательные движения. С целью сокращения потерь пуха и облегчения его съема с зубьев на машинке установлена дополнительная подпружиненная гребенка, управлением которой добиваются более полного вычесывания.

Маневренность машинки позволяет извлекать пух из труднодоступных мест на кожном покрове козы. Электродвигатель облегчает отделение пуховых волокон из шерстно – пухового покрова.

Но, недостаток заключается в том, что исполнитель использует машинку, так же как и обычный гребень, т.е. ему приходится затрачивать усилие на извлечение машинки из покрова животного, нагружая при этом кистевой, локтевой и плечевой суставы.

Для устранения этих недостатков, А.В. Перчихин и Р.С. Суюнчалиев предложили другую конструкцию машинки для вычесывания пуха животных в 1976 г. [5].

Целью создания новой конструкции послужило устранение вибрации корпуса машинки и снижение усилия исполнителя при вычесывании пуха. Для этого, конструкцию машинки предложили снабдить дополнительной гребенкой, установленной с возможностью колебания со смещением по фазе на 180° относительно основной гребенки. В процессе работы машинки пуховые волокна подвергаются интенсивному терблению, что приводит к снижению усилия удержания пуха в шерстном покрове.

Но, так как зубья гребенок фактически вырывают терблением волокна пуха, происходит разрыв этих волокон, что приводит к снижению качества полученного пуха, ограничивая при этом возможности его использования.

В 1987 г. Р.С. Суюнчалиев, В.В. Шевцов и др. предложили модернизировать ручные устройства для вычесывания пуха животных [1]. Устройство представляло собой гребенку, между зубьями которой расположены пластины, длиной 0,5...0,7 длины зуба, что по замыслу авторов облегчит внедрение в шерстно-пуховый покров. За счет лучшего защемления пуховых волокон между пластинами и зубьями, увеличивается площадь контакта с пластинами, обеспечивая при этом более полное извлечение пуха.

Свое развитие это устройство получило в гребне, разработанном тем же авторским коллективом. В гребне с защемляющими пластинами, зубья выполнены съемными [292]. В нем предусмотрена возможность устанавливать вычесывающие элементы под различным углом и на различную длину. Достоинство этого гребня - в наличии специальных

пластин между зубьями, способствующих лучшему извлечению пуха из шерстно-пухового покрова.

Конец зуба длиной 10 мм заострен с закруглением кончика по радиусу 1 мм. В момент извлечения зубьев из шерстно-пухового покрова, волокна ости и пуха защемляются между пластиной и зубом, что способствует лучшему извлечению пуховых волокон.

Недостатки гребня с защемляющими пластинами заключаются: в форме зуба, который представляет собой заостренный клин, зачастую травмирующий кожный покров животного, и в несоответствии конструкции рукоятки анатомо-морфологическим показателям кисти руки исполнителя, что оказывает существенное влияние на его утомляемость.

Для повышения производительности труда чесальщиков коллективом Р.С. Суюнчалиева разработаны пухо-чесальные устройства двух типов – вибрационные и барабанные.

Пухочесальный агрегат с вибрационными машинками АВП–1, прототипом которого послужила ранее описанная конструкция [5]. Агрегат состоит из преобразователя частоты тока типа ИЭ-9405, электропусковой аппаратуры и 12 вибрационных машинок. ИЭ-9405 преобразует ток промышленной частоты напряжением 220/380 В в ток 36 В и частотой 200 Гц.

Машинка состоит из верхней и нижней гребенок, корпуса, электродвигателя и передаточного механизма, с помощью которого гребенки получают возвратно-поступательное движение от вращающегося вала электродвигателя.

Пять зубьев верхней гребенки длиной 112 мм расположены между шестью зубьями длиной 124 мм нижней гребенки. Выполнены они из пружинной проволоки диаметром 3 мм, с радиусом закругления 14 мм и заостренным на 10 мм концом. Шаг расстановки зубьев в каждой гребенке составляет 17 мм. Смещение их концов в продольном направлении

составляет 12...24 мм. Гребенки двумя винтами прикреплены к ползунам, перемещающимся в продольном направлении.

Основным недостатком пухочесального агрегата с вибрационными машинками АВП – 1 является увеличение нагрузки на руку оператора за счет большого веса и постоянной вибрации, связанной с работой механизма. Вычесанный пух защемляется между зубьями аппарата, что затрудняет его дальнейший сьем и приводит к деформации пуха и его разрывам. Значительная часть пуха вычесывается клочками и разлетается в стороны.

Установка для вычесывания пуха барабанного типа, разработанная в ВИЭСХе Р.С. Суюнчалиевым и В.В. Шевцовым [352] состоит из стойки с поворотной штангой, каретки, барабанного рабочего органа с приводом и шарнирно-балансирного механизма.

Стойка выполнена из трубы диаметром 56 мм и крепится к станку для фиксации животных. Поворотная штанга представляет собой трубу диаметром 27 мм, длиной 1100 мм, установленную на высоте 1760 мм на стойке с возможностью поворота. Каретка состоит из корпуса и опорных роликов.

Рабочий орган состоит из корпуса, дискового барабана, на поверхности которого по винтовой линии установлены вычесывающие гребни, и жестко закрепленных на корпусе опорных зубьев, наличие которых предотвращает травмирование животного. Корпус вместе с опорными зубьями, имеющими саблевидную форму, выполнен поворотным относительно оси вращения барабана, что позволяет во время работы изменять заглубление вычесывающих зубьев в шерстно-пуховой покров.

Привод рабочего органа состоит из электродвигателя и двухступенчатой клиноременной передачи. Шарнирно-балансирный механизм с противовесом обеспечивает плавное перемещение рабочего органа и его равновесие во время работы.

Пух вычесывают на специальном стеллаже для фиксации животных. При работе установки животное укладывают на бок. Фиксируют верхнюю

заднюю ногу и голову так, чтобы кожа животного находилась в растянутом состоянии, остальные три ноги фиксируют вместе.

Основными недостатками как вибрационного, так и барабанного устройств является неравномерность обработки шерстно-пухового покрова. Зубья попадают в шерстно-пуховой покров случайным образом, что при вычесывании ведет к излишней повторной обработке одного и того же участка кожного покрова. В тоже время, могут оставаться участки, которые ни разу не подверглись обработке. Контролировать число повторно обработанных борозд при таком способе чески невозможно. Это приводит к увеличению риска травмировать кожный покров животного и дополнительным энерго- и трудозатратам.

Оба устройства для чески пуха имеют небольшую площадь соприкосновения с шерстно-пуховым покровом животного, что не позволяет обеспечить процесс вычесывания должным образом, переводя его в процесс теребления пуха.

Еще один недостаток – отсутствие на устройствах каких-либо приспособлений для автоматического съема с зубьев вычесанного пуха и, как следствие, дополнительные затраты рабочего времени на проведение операции по удалению пуха с зубьев. Так, при ческе с помощью машинки вибрационного типа, накопленный на гребне пух снимают свободной рукой без остановки машинки. В устройстве барабанного типа, хотя съем пуха с зубьев гребенки и производится с помощью специального механизма, расположенного в корпусе и обеспечивающего непрерывность работы установки, но чаще всего пух приходится счесывать с зубьев вручную.

Развитие пухового козоводства в Горном Алтае, способствовало развитию оборудования для вычесывания в этом регионе. Так, в 1976 г. сотрудниками опытного проектно – конструкторского бюро Алтайского НИИ земледелия и селекции с.х. культур В.М. Мощенко и Я.Я. Савинцевым [6] предложен свой вариант машинки для вычесывания пуха животных.

Машинка состоит из неподвижной гребенки, зубья которой одновременно являются пазами для зубьев подвижной гребенки, приводимой в движение вращающимся коленчатым валом. В результате перемещения машинки по кожному покрову неподвижной гребенкой совершается расчесывание шерстно - пухового слоя, а зубьями подвижной гребенки, имеющими профиль пилы происходит выдергивание волокон пуха. Специальными чистиками, установленными над подвижной гребенкой, происходит съем пуха, который поступает во всасывающий патрубок, выполняющий так же функцию рукоятки машинки.

Наличие двух гребенок, одна из которых не подвижная, позволяет расчёсывать шерстный покров, что можно отнести к положительным сторонам этой конструкции. Но, необходимость использовать сложный привод коленчатого вала для работы подвижной гребенки, а также необходимость вакуума для всасывающего патрубка сильно снижают маневренность машинки и увеличивают ее массу, а это негативно сказывается на производительности. Кроме этого, профиль пилы на зубьях подвижной гребенки способствует разрыву пуховых волокон, что снижает его технологическую ценность в последующей переработке.

Предпринимались так же попытки создать машинку для вычесывания пуха коз, используя пневмопривод. Так, В.А. Гришин и Н.А. Сальникова [2] предложили такую машинку, но из-за сложности конструкции и необходимости источника сжатого воздуха, она не получила дальнейшего развития.

На кафедре «Механизация животноводства» Оренбургского ГАУ Л.П. Карташовым и В.Д. Поздняковым разработаны несколько устройств для проведения процесса вычесывания пуха.

Скребок – гребень для очистки волосяного покрова от мусора и расчесывания спутавшихся косиц [140]. Скребок представляет собой рамку с набором (пакетом) поперечных стальных пластин с зубцами, имеющими волнистый профиль и загнутыми в противоположные стороны. Высота

зубцов и шаг в крайних пластинах больше, чем в остальных. Профиль и геометрические размеры зубцов позволяют улучшить процесс расчесывания волосяного покрова, удаления механических загрязнений с поверхности кожного покрова. Нагрузка на руку исполнителя уменьшается, так как выступающий профиль зубцов контактирует с поверхностью кожного покрова животного не по всей ширине скребка-гребня.

Комплект поперечных пластин устанавливается в рамке на направляющем штоке и плотно стягивается винтами с распорными втулками.

При необходимости пластины могут быть переставлены местами, используя соединитель, возможно изменять угол установки ручки по отношению к основанию рамки, что так же способствует снижению нагрузки на руку исполнителя.

Недостаток конструкции, по нашему мнению, заключается в том, что профиль пластин зубчатый, с заостренными краями, а это повышает риск нанесения травмы кожного покрова животного и нарушения целостности волокон пуха, снижая при этом его качество.

Предложенное в 1992 году Л.П. Карташовым В.Д. Поздняковым приспособление для вычесывания пуха у животных [246, 247], состоит из: пакета с зубьями, активная часть которых имеет строго определенную форму; пластин, которые зажимают пакет зубьев; фиксатора и специального ремешка для закрепления гребня на ладони и у запястья. Все эти элементы крепятся на ручке, которая по форме и размерам соответствует анатомическим показателям руки человека. При такой фиксации гребень становится «продолжением» руки и значительно снижает нагрузку на запястье.

В зависимости от технологической операции (расчесывание, основная ческа, дочесывание) шаг зубьев в пакете может изменяться. Геометрическая форма зубьев, конфигурация и размеры активной части позволяют легко входить в шерстный покров, расчесывать его, вычесывать пух.

Для исключения произвольного сползания пуха с накопителя в активную зону, в нижней части предусмотрен специальный фартук из эластичного материала.

Недостатком приспособления для вычесывания пуха у животных является то, что вычесывающие элементы представляют собой пакет зубьев, жестко закрепленных на планке. Таким образом, при поломке одного-двух зубьев гребень приходит в негодность. Кроме того, конструкция гребня не позволяет регулировать положение зубьев, что приводит к снижению адаптации к анатомо-морфологическим и функциональным особенностям человека.

Двухсторонний гребень для чески пуха коз, разработанный тем же коллективом, с одной стороны имеет короткие зубья, а с другой – длинные [95]. Сторона с короткими зубьями используется для удаления механических загрязнений и расчесывания косичек шерсти, а сторона с длинными зубьями применяется для вычесывания пуха. Длинные зубья имеют переменную кривизну, что позволяет им легко входить в шерстный покров и эффективнее теребить пучки пуха. Для приведения в рабочее положение той или иной стороны, гребень снабжен специальным приспособлением, состоящим из цапфового механизма, пружины и кнопки. Длинные зубья имеют переменный радиус кривизны, кончик зуба скошен под углом $30 - 32^{\circ}$ и выполнен в форме «лопатки».

Недостатком двухстороннего гребня для чески пуха коз является пакет зубьев, жестко закрепленных на планке. При поломке одного-двух зубьев гребень приходит в негодность. Сложно извлекать вычесанный пух.

Универсальный гребень – гребенка для вычесывания пуха у животных [140, 228], позволяет частично облегчить труд оператора за счет своих конструктивных особенностей.

Изогнутая форма ручки гребня, обеспечивает захват фалангами четырех пальцев руки снизу, а большим пальцем сверху или внахлест. Благодаря чему становится возможным изменение взаимного расположения

сменного пакета с зубьями и ручки в горизонтальной, вертикальной и поперечной плоскости за счет того, что имеется шарнирное соединение.

Гребень – гребенка, состоит из сменного пакета, содержащего зубья, основание и планку, соединенные между собой, а также шарнирного соединения, представляющего собой полусферу и сферический наконечник, соединенные между собой. Сферический наконечник соединяется с ручкой, на которой закрепляется дополнительное крепление гребня к запястью.

Недостатком универсального гребня – гребенки для вычесывания пуха у животных, как и других гребней для ручной чески пуха, является большая нагрузка на руку чесальщика, приводящая к большому расходу физической энергии и быстрой утомляемости чесальщика.

Таким образом, приведенный обзор технических средств и устройств позволяет разделить все устройства для вычесывания пуха на: гребни, гребенки, электромеханические машинки вибрационного или барабанного типа и предложить классификацию рис. 3.1



Рис. 3.1 Классификация устройств для вычесывания пуха коз

Вычесывание пуха любым из перечисленных выше устройств, операция трудоемкая, требующая от исполнителя больших физических усилий. Максимальный эффект от механизации процесса будет достигнут при условии, если средство отвечает требованиям технологии или наоборот, технология предусматривает применение этих средств. Благодаря применению механических средств [166, 189, 297], можно значительно снизить усилие исполнителя при вычесывании пуха, ускорить выход пуха и уменьшить количество извлекаемых остевых волокон. Тем не менее, процесс чески пуха коз до сих пор практически остается ручным.

3.2.3. Подсистема «животное»

Обзор и анализ специализированной литературы показал, что этой проблеме посвящены исследования ученых - П.А. Есаулова, Р.С. Суюнчалиева, В.Д. Позднякова, Л.П. Карташова, В.А. Родионова, В.А. Сечина, М.В. Сычевой, В.А. Ротовой, А.И. Ерохина, С.А. Ерохина, Л.С. Исаченко, А.И. Жигачева, И.С. Лукьяновой, Ю.А. Колосова, Е.Б. Запорожцева, В.И. Кисель, Е.Я. Лебедько, Л.Н. Никифоровой, и др.

Коз пуховых пород разводят в различных регионах страны: на Северном Кавказе, в Поволжье, на Южном Урале, в Горном Алтае [119, 350, 351]. К пуховым породам коз относят: оренбургскую, придонскую, горноалтайскую, а также несколько пород в Средней Азии.

Пуховые козы – в основном крупные животные крепкой конституции, с хорошо развитым костяком, глубокой грудью, крепкими копытами. Шерстный покров состоит из грубой ости и тонкого мягкого пуха, переходной волос – в небольшом количестве. Шерстный покров коз содержит мало жира, поэтому при стрижке шерстный покров распадается на отдельные косицы.

По строению шерстного покрова пуховых коз делят на две группы:

- к первой группе относятся козы, у которых пух короче ости, пуховое волокно скрыто и составляет нижний ярус, к ним относятся козы оренбургской породы и ее помеси, а также узбекские, киргизские и горно-алтайские.

- у коз второй группы, пух по длине равен или больше ости. Такое строение шерстного покрова характерно для коз придонских, узбекских черных и киргизских придонского типа.

Отечественные породы коз имеют хорошую пуховую продуктивность (табл.3.2).

Наши исследования, в основном, проводились на козах Оренбургской породы. Живая масса взрослых коз от 25 до 38 кг, козлов – от 35 до 64 кг. Продуктивность коз средняя: с каждого животного начесывают по 250-380 г пуха и настригают до 350 г грубой шерсти. В зависимости от районов разведения, начесы пуха могут быть и выше 300-450 г. [68].

Наличие грубой ости средней тонины 85,3 микрона, длиной 8-10 см и тонкого пуха (подшерстка), тониной 14-16 микрон, длиной 5-6 см - отличительная особенность коз Оренбургской породы.

3.2. Продуктивность и качественные показатели пуха коз

Порода коз	Живая масса, кг		Начес пуха, г	Длина пуха, см	Тонина пуха, мкм
	козы	козлы			
Горно-алтайская	25 – 32	32 – 54	490 – 850	7,3 – 9,3	17,1 – 18,0
Дагестанская грубошерстная	25 – 35	32 – 60	180 – 440	7,8 – 9,8	15,8 – 18,9
Оренбургская	25 – 38	35 – 64	250 – 450	5,0 – 6,4	14,1 – 16,2

Тонина пуха – признак, по которому определяют технологические свойства пуха [45]. В зависимости от породы, тонина изменяется от 14 до 23 микрон. Тонина изменяется с возрастом животного, зависит от кормления.

Длина пуха зависит от породы пуховых коз. Самым длинным пухом обладают животные: придонской породы 11-13 см, горноалтайской 7-9 см, оренбургской 5-6,2 см.

У козлов-производителей пух длиннее, чем у маток, у молодняка он короче, чем у полновозрастных животных. По литературным данным [152, 285], пух у коз пуховой породы появляется на поверхности кожи в августе. Наиболее быстро он растет в осенние месяцы: сентябрь, октябрь, ноябрь. К концу января пух, как правило, прекращает рост, в феврале начинается его линька. Как правило, на спине пух короче, чем на боку и лопатке. На ляжках, брюхе, шее - пух короче, чем на спине.

Еще один важный показатель качества пуха – крепость [206, 210]. От крепости зависит прочность пуха. На крепость пухового волокна в большей степени, чем на другие его физические свойства, влияет полноценность кормления. Крепость пуха колеблется в зависимости от его тонины. Разрывная нагрузка одного пухового волокна в среднем равна 5,95 г и колеблется в зависимости от тонины пуха от 4,1 до 10,1 г. По относительной и абсолютной крепости пух Оренбургской породы превосходит пух придонских коз, равноценный по тонине.

Большое влияние на качество пуха оказывают сроки чески коз [155, 293, 347].

Пух получают путем механической обработки кожного покрова козы, вычесывая его из шерсти в период естественной линьки коз. Ческе подлежат козы пуховых пород, их помеси и грубошерстные козы с хорошо развитым пуховым подшерстком. Ческу пуха коз начинают в феврале - марте; при этом конкретные сроки определяются временем начала линьки пуха у коз, что зависит от хозяйственно-климатических условий содержания, состояния упитанности, их пола и возраста. Интенсивность линьки напрямую зависит от упитанности животного. Для получения качественного пуха, необходимо точно определить начало его линьки. К вычесыванию пуха приступают, когда на поверхности шерстного покрова коз появятся первые вылинявшие

волокна и при поглаживании рукой по внутренней стороне развернутых косиц шерсти пух будет легко отделяться от руна. При преждевременной ческе пух рвется, снижается его качество, животные испытывают болевые ощущения. Позднее начало чески приводит к потере пуха, частичному его сволакиванию и большому засорению остью.

Линька пуха у коз протекает постепенно. Поэтому пуховых коз чешут дважды с интервалом в 2 – 3 недели между первой и второй ческой. В первую ческу получают основную, наиболее ценную пуховую продукцию, менее засоренную остью.

Для проведения чески пуха выделяются чистые, сухие, хорошо проветриваемые помещения, оборудованные противопожарной системой. В разных зонах страны применяются различные способы чески пуха коз. В соответствии с одним из способов чески, в светлой части кошары оборудуют настил (стеллажи) из досок высотой 0,5 – 0,7 м, шириной 1 – 1,5 м. Пол застилают брезентом. Помещение разгораживают на две части – для очесанных и не очесанных коз.

Процесс вычесывания пуха коз заключается в выполнении ряда технологических операций в несколько этапов.

Первоначально исполнитель процесса подготавливает рабочее место, гребни для чески пуха, деревянный настил (стеллаж), закрепляет на нем веревки или ремни для фиксации животного [234].

На следующем этапе чесальщик выбирает объект, отделяет его от группы и подводит к месту чески. Для этого подходят к животному сзади, захватывают рукой заднюю ногу (правую) выше колена, перемещают слегка на себя вверх (15...20 см) и подводят к настилу.

Третий этап – фиксация животного к щитам стеллажа [359]. Животное фиксируют стоя или лежа на боку при помощи веревок или ремней. При фиксации веревкой конечностей козы, нельзя допускать нарушения кровообращения, при этом следует обеспечить быстрое освобождение от крепления в последующем. Исключается грубое обращение с животным, а

именно - нажатие на лицевую часть, область спины и мягкой брюшной стенки.

Четвертый этап. Приступают к удалению загрязнений и спутавшихся косиц и расчесыванию шерстно-пухового покрова козы редкими гребнями. Расчесывать начинают с шеи, а затем переходят на брюхо, лопатку, ребра и бедро животного. На каждом участке расчесывания начинают снизу, постепенно переходя кверху. Расчесав пух на одной стороне, расфиксируют заднюю ногу, козу осторожно переворачивают на другой бок и повторяют операции в той же последовательности.

На пятом этапе, после очистки шерстно-пухового покрова от мусора, начинают непосредственное извлечение пухового волокна, совершая операции предыдущего этапа, только более частым гребнем, в той же последовательности. Вычесывание пуха является основным, наиболее трудоемким процессом, при выполнении которого происходит большой расход физической энергии исполнителя – чесальщика.

Шестой этап заключается в дочесывании пуха в труднодоступных местах. Этот этап менее длительный по времени, так как пух на этих участках составляет лишь 8...12 % от общего количества.

После окончания чески пуха козу отвязывают и отводят в загон.

Этот способ наиболее часто используется в Оренбургской области.

При другом способе чески, коз привязывают за рога к укрепленным щитам. Козу привязывают за рога к кольцу, закрепленному в щите, на высоте 1,6 – 1,7 м, а также фиксируют заднюю ногу. В Горном Алтае и республиках Средней Азии чёску проводят на открытом воздухе в защищенном от ветра месте. Площадку застилают брезентом, козам связывают ноги, кладут осторожно на бок и вычесывают в обычном порядке. Каждый участок шерстного покрова прочесывают несколько раз, до полного отделения вылинявших пуховых волокон. По мере накопления пуха на гребне чесальщик его снимает и складировует.

За 10–12 часов до вычесывания пуха животных не кормят и не поят, так как сытые животные плохо переносят ческу и стрижку (может быть заворот кишок). Кожный покров должен быть сухой и очищен от остатков корма, грязи или другого сора. Из влажной шерсти пух вычёсывается сложнее, а при хранении он портится. Коз с накожными заболеваниями не вычесывают. Ческа пуха обычно совпадает со второй половиной беременности коз, поэтому с сукозными матками обращаются бережно. Их вычесывают первыми, а затем кастратов, козлов и молодняк. Незадолго до козления пух с маток не вычесывают во избежание преждевременных родов.

Пух во время чески сортируют по цвету и качеству. Козий пух оценивается (классифицируется) по заготовительному стандарту ГОСТ 2260 - 2006 «Пух козий немытый классированный».

3.2.4. Перспективные направления совершенствования процесса чески пуха

На основании вышеизложенного, мы предлагаем несколько направлений по совершенствованию процесса обработки кожного покрова коз с целью получения пуха, которые предлагаем разделить на три блока (рис. 3.2) [340].

Первый блок направлений – совершенствование вычесывающих устройств. Прежде всего, необходимо вести работы по минимизации усилия воздействия исполнителя на кожный покров объекта и вычесанный пух. Минимизировать усилия возможно: снизив сопротивление вычесыванию за счет использования антифрикционных материалов, снизив массу вычесывающего устройства, оптимизировав геометрические параметры зубьев и траекторию вхождения в шерстно-пуховый покров, используя механические вычесывающие устройства. При этом следует придерживаться требований предъявляемых к этим устройствам: они должны увеличивать производительность труда, обеспечить сохранение целостности пуховых

волокон (качество получаемого продукта), исключать травмирование животного и исполнителя.

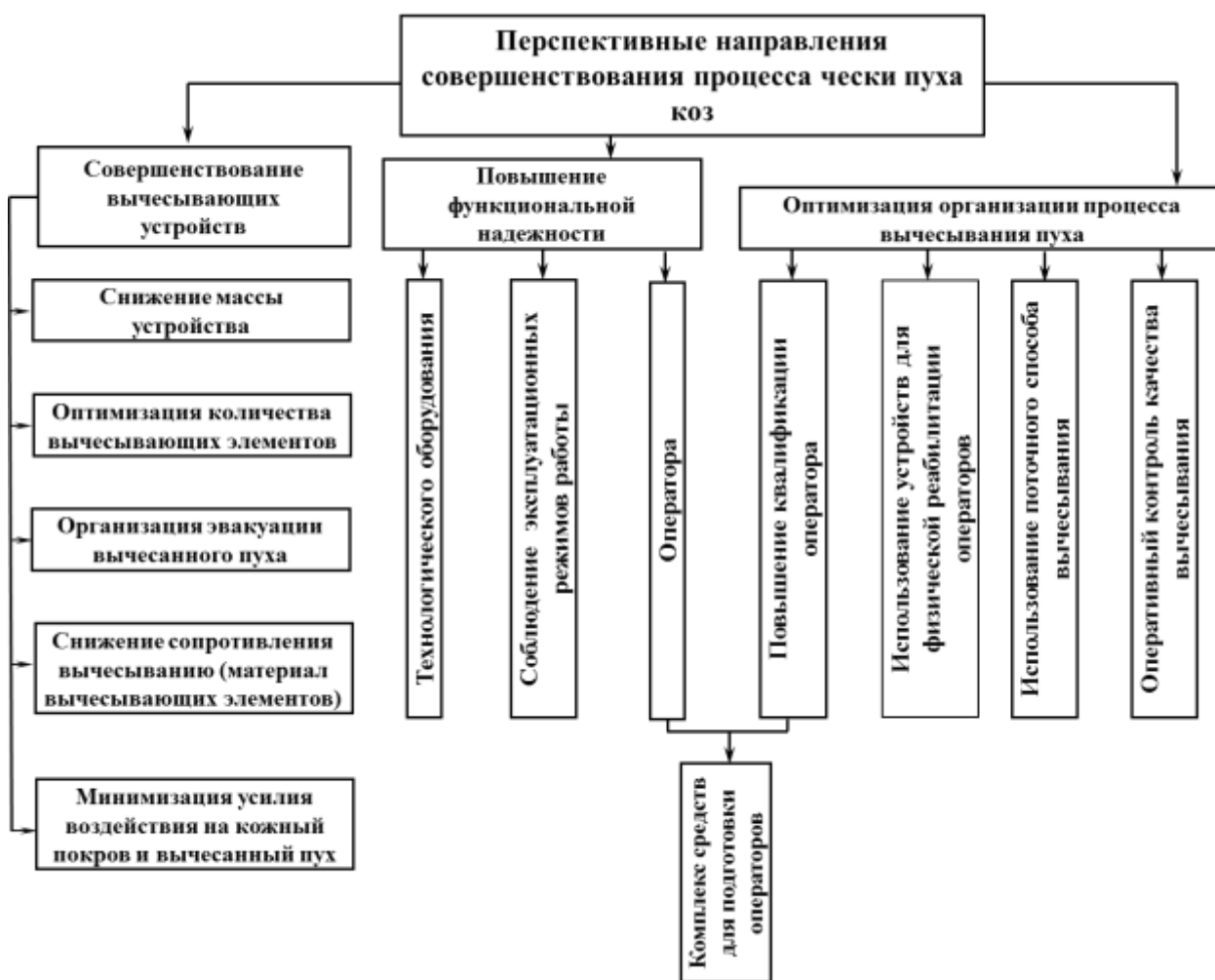


Рис. 3.2 Перспективные направления по совершенствованию процесса вычесывания пуха коз

Второй блок направлений – повышение функциональной надежности процесса вычесывания. Под функциональной надежностью мы понимаем бесперебойную работу технологического оборудования, используемого для этого технологического процесса, сокращение временных затрат на подготовку и техническое обслуживание, возможность быстрой перенастройки оборудования под физиологические особенности исполнителя и обслуживаемого животного. Для достижения этих требований необходимо обосновать конструктивно-эксплуатационные параметры и режимы работы технических устройств. Функциональная надежность оператора – показатель,

характеризующий сохранение в течении рабочего дня оператором четкого выполнения технологического алгоритма с минимальными нарушениями или при их полном отсутствии.

Третий блок направлений – оптимизация организации процесса вычесывания. Включает в себя повышение и поддержание квалификации основных исполнителей на должном уровне. Для этого необходимо организовывать краткосрочные мероприятия по подготовке операторов. Это направление перекликается со вторым блоком направлений по совершенствованию процесса чески, и для их реализации целесообразно разработать комплекс средств для подготовки. Комплекс позволяет восстанавливать навыки процесса вычесывания, но и совершенствовать их [319]. По нашим наблюдениям [80] операторы – чесальщики, прошедшие такую подготовку на комплексе, в 3...4 раза реже нарушают технологические операции, их производительность увеличивается в 2 – 3 раза по сравнению с теми, кто не прошел такую подготовку.

Способствовать повышению производительности труда может так же и физическая реабилитация исполнителей в перерывах основной работы, достаточно 5 – 10 минут, чтобы восстановить нарушаемый в процессе работы кровоток в конечностях оператора и снизить повышенный тонус мышц свободной верхней конечности – плеча, предплечья и кисти.

По аналогии с поточным способом стрижки, возможно ческу пуха так же осуществлять поточным способом, разделяя на этап расчесывания косиц (менее опытные исполнители) и этап вычесывания (исполнители средней и высокой квалификации). Такое разделение позволит снизить затраты труда опытных чесальщиков и повысить квалификацию у начинающих, при условии, что технологические операции будут проводиться на специализированном стеллаже.

Немаловажным, является решение по оптимизации процесса оперативного контроля качества вычесывания, внедрение которого

способствует полноте вычесывания и мотивирует трудовую деятельность исполнителей при соответствующей системе оплаты труда.

В нашей работе предложены решения в каждом из трех блоков.

3.3. Физико - механические свойства кожного покрова коз и их значение при разработке технических средств

Кожный покров коз состоит из эпидермиса и дермы, постепенно переходящей в подкожную клетчатку [121, 123, 140, 366]. Эпидермис – многослойная эпителиальная ткань, составляющая 0,7 - 4,4% общей толщины кожи. В ней различают ростковый и роговой слои. В базальной части росткового слоя клетки размножаются. Клетки рогового слоя, постоянно обновляясь, слущиваются и образуют перхоть. Таким образом, в эпидермисе все время протекает процесс обновления клеток. Поверхность эпидермиса неровная, в местах выхода волосяных корней образуются воронки.

В коже коз функционируют сальные и потовые железы. Количество, форма и размеры сальных желез тесно связаны со степенью развития волосяных корней и густотой их расположения. Потовые железы состоят из эпителиальных клеток различной формы и имеют трубчатое (полое) строение. Их секреторные отделы змееобразно изогнутые в одной плоскости, располагаются в коже отвесно значительно глубже сальных желез. Посредством потовых желез из организма выделяются продукты распада, регулируется температура тела и поддерживается водный баланс.

Соединение секрета сальных и потовых желез образует жиропот, который способствует лучшему сохранению физико-химических свойств козьей шерсти, в значительной мере определяет ее чистый выход и создает жировую смазку эпидермиса.

Основой шерстного покрова кожи коз служат волосяные фолликулы, представляющие корень волос с волосяными луковицами. Волосяные фолликулы залегают в коже на различном уровне с наклоном к поверхности

эпидермиса. Луковицы глубоко лежащих корней волос – широкие, колбообразной формы, имеют сильно развитые соединительнотканые сосочки, хорошо выраженные корневые шейки и дают толстые корни. Луковицы мелколежащих корней — бутылкообразной формы, слабо оформлены.

В коже коз находятся волосяные фолликулы двух типов. Первые глубоко залегают в дерме, имеют хорошо развитые соединительно-тканые сосочки, луковицы, корни и стержни, парные сальные железы, гладкую мышцу – подниматель волоса и сопровождаются потовой железой. У коз с неоднородной шерстью такие фолликулы продуцируют только волокна ости. Волосяные фолликулы второго типа расположены в коже группами и более поверхностно. Они слабее развиты, чем первичные волосяные фолликулы, и продуцируют пух или переходный волос. Глубина залегания волосяных корней находится в прямой зависимости от толщины кожи и определяет длину и степень развития их стержней [204].

Стержни, образующие рунную шерсть коз, являются пухом, остью или переходным волосом. Пух имеет чешуйчатый и корковый слой.

К главным физическим свойствам шерсти и пуха относятся длина, тонины, извитость, прочность, растяжимость, эластичность, пластичность, упругость, цвет, блеск.

Длина - одно из важнейших свойств. Современная текстильная промышленность работает на длинной гребенной (камвольной) и короткой аппаратной (суконной) шерсти. Шерсть длиной 4...6 см перерабатывают в суконные и трикотажные изделия, а длиной 7 см и более - в гладкие (камвольные) ткани, имеющие наиболее широкое применение. Длина особенно важна для пуха. Различают длину естественную, т.е. в нерасправленном виде, и истинную. Длина шерстных волокон может колебаться от 3..5 до 25..35 см.

Тонина. Это свойство относится к одному из важнейших. О тонине (толщине) пухового волокна судят по величине поперечного сечения. Тонину

козьего пуха принято определять в микронах. Однородность шерсти определяют одновременно со средней тониной путем вычисления коэффициента вариации. Для козьего пуха коэффициент вариации не должен превышать 25%.

Извитость - характерное отличие от искусственных и синтетических волокон. Все шерстяные волокна, за исключением кроющего волоса, не прямые, а извитые. Наибольшая извитость наблюдается у пуховых волокон. В них на 1 см длины приходится по 6..8 и даже до 13 извитков. Извитость косвенно свидетельствует о конституции животных. Различают нормальную, высокую и гладкую извитость.

Относительная прочность пуха составляет 115...140 МПа.

Растяжимость - свойство увеличивать длину под влиянием разрывающих усилий. При этом имеется в виду удлинение волокон, которое наступает после распрямления извитков. Растяжимость козьего пуха и 22...34%.

Упругость - способность восстанавливать форму после сжатия.

Эластичность - способность изделий из пуха принимать любую форму.

Пластичность - свойство сохранять свою форму после воздействия тепла, влаги и давления.

Цвет - зависит от наличия в корковом слое мельчайших пигментных зерен. Козий пух имеет белый, коричневый или серый цвет разных оттенков. Наиболее ценится белый пух, т.к. его можно окрашивать в любые цвета.

Блеск - способность отражать лучи света. Блеск в той или иной степени свойственен всем шерстяным волокнам и обусловлен строением чешуйчатого слоя. Наиболее сильным блеском обладает шерсть ангорских коз и линкольнских овец. Умеренным блеском обладает козий пух.

Мягкость. Иногда выделяют такое качество шерсти, как мягкость, которую определяют на ощупь. Самыми мягкими считаются тонкая овечья шерсть и козий пух.

Толщина кожи, густота волосяного покрова, длина и тонины волокна изменяются в зависимости от части тела козы. Основная часть вычесываемого пуха сосредоточена на спине, крестце, шее, а также лопатках, ляжках и ребрах животного [147, 303, 358]. Эти участки занимают основную часть тела козы (рис. 3.3) и обладают наиболее густым волосяным покровом, содержащим более ценный по своим качествам (длина, тонины) пух [303].

Наиболее целесообразно, на наш взгляд, именно на этих участках использовать механические вычесывающие устройства, позволяющие обработать 85...90% кожного покрова. Брюхо, часть шеи в области горла, затылок и конечности козы содержат незначительную часть вычесываемого пуха и кожа на этих участках более тонкая, подверженная ранениям. На этих участках тела использование механических средств нецелесообразно, т.к. кожный покров на этих участках более тонкий и подвержен травмированию, а содержание пухового волокна составляет менее 5..8% от общего начеса.

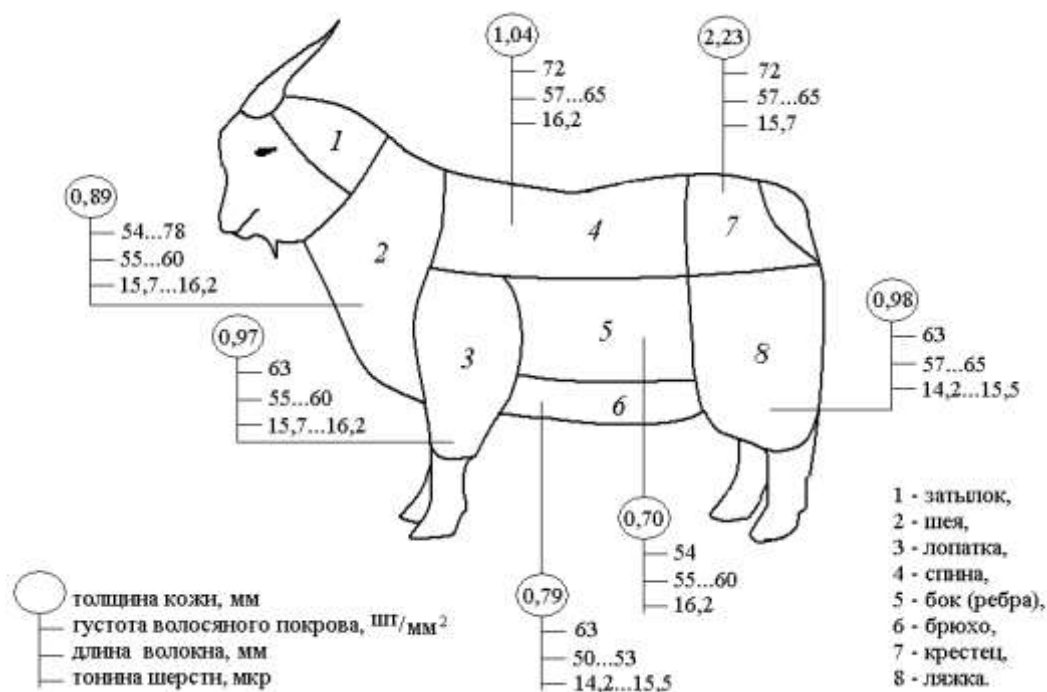


Рис. 3.3. Основные части тела козы и распределение шерстного покрова по густоте, длине и распределение толщины кожи (по В.А. Ротовой [261]).

Поэтому вычесывание пуха на этих участках лучше проводить вручную, временные затраты при этом составят не более 3...5 минут.

Для обоснования усилия воздействия на шерстно-пуховый покров вычесывающим устройством необходимы данные по удельному сопротивлению пухового волокна вычесыванию и усилию его удержания на кожном покрове. Иными словами необходимо определить усилия, при которых будет происходить извлечение пухового волокна вычесывающими элементами, но при этом, эти усилия не будут повреждать волокна пуха (разрывать его). Как было сказано выше, прочность пуха составляет 115 – 140 МПа. Прочностные исследования проводятся, как правило, в специализированных лабораториях перерабатывающих производств.

В.Д. Поздняков и В.А. Ротова [236, 261], установили, что удельное сопротивление вычесыванию пуха на различных участках тела козы изменяется от 1,75 МПа до 2,5МПа, в среднем составляет 1.87МПа.

Распределение пуховых волокон в шерстном покрове не одинаково и, кроме того, волокна пуха как бы взаимосвязаны между собой, т.е. для того чтобы нарушить эту связь, необходимо приложить определенное силовое воздействие. Для определения силы этого воздействия P совместно с В.А. Ротовой и В.Д. Поздняковым была предложена методика и устройство по определению такого силового воздействия. Устройство (рис. 3.4, *a*) состоит из традиционного гребня *1*, измерительного блока *2*, фиксирующих элементов *3*, регистрирующего блока *4*.

Методика определения искомой величины реализуется следующим образом: устройство закрепляется на кисти оператора-исполнителя, фиксируются значения измерительного и регистрирующего блоков. На следующем этапе гребень *1* устройства, внедряют в шерстно-пуховой покров козы (рис. 3.4, *a*) на участке тела, на котором определяют величину P . Затем оператор – исполнитель совершает вычесывающие движения (рис. 3.4, *б*).

Усилие F , затрачиваемое на преодоление удерживающей силы, определяется измерительным блоком *2* и регистрируется блоком регистрации *4*. Вычесывающие движения продолжаются до полного вычесывания пуха из шерстно-пухового покрова. Интегральный регистрирующий блок фиксирует

общее затраченное усилие на извлечение пуха $\sum F$. Заранее определив величину площади вычесываемой поверхности, определяется среднее усилие удержания пуха на определенном участке тела животного:



a

б

Рис. 3.4. Устройство для определения усилия удержания пуха.

$$P_{cp} = \frac{\sum F}{S}, \text{ Н/м}^2, \quad (3.1)$$

где $\sum F$ - суммарное усилие, затраченное на вычесывание пуха, Н;
 S - площадь участка, на котором производили вычесывание, м².

Предложенное устройство универсально. Традиционный гребень выполнен разборным, что позволяет устанавливать на него различные вычесывающие элементы (зубья) на различном расстоянии друг от друга (от 5 до 12 мм). Таким образом, использовать разработанное устройство можно при проведении поисковых исследований по совершенствованию вычесывающих элементов.

3.4. Математическое моделирование силового взаимодействия вычесывающих элементов с кожно – пуховым покровом козы

Значительный вклад в разработку вопросов по взаимодействию элементов вычесывающих устройств внесли работы В.А. Ротовой и В.Д. Позднякова [236, 239]. Опираясь на их теоретические выкладки, можно выделить основные параметры, влияющие процесс вычесывания. Более наглядно это можно представить рассмотрев силы, которые действуют на пух при вычесывании (рис. 3.5) [363, 364]:

Q – вес частицы (Н), $Q = m \cdot g$, где m – масса частицы (кг);

P – сопротивление пуха вычесыванию (Н);

$P_{ин.}$ – сила инерции, прижимающая при подъеме частицы пуха к зубьям гребенки (Н);

N – нормальная реакция зуба (Н);

$F_{тр}$ – сила трения пуха о зуб (Н).

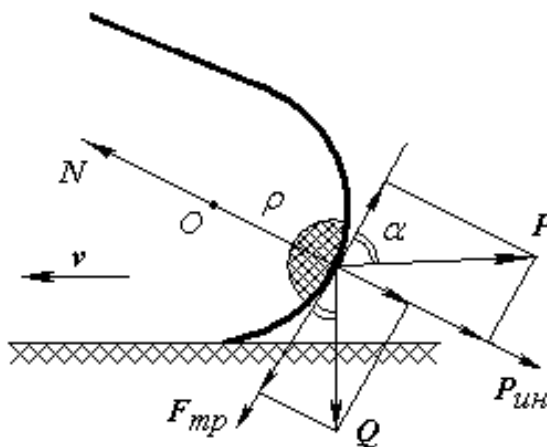


Рис. 3.5. Силы, действующие на частицу пуха при вычесывании.

Сделав допущение, что сопротивление пуха величина постоянная, т.е. $P = const$, тогда силу инерции можно рассчитать:

$$P_{ин.} = m \cdot \rho \cdot \omega^2 = \frac{m \cdot V^2}{r}, \quad (3.2)$$

где: r – радиус кривизны зуба (м);

V – скорость движения зуба (м/с);

ω - угловая скорость движения зуба (c^{-1}).

Принимая за α - угол между F_{mp} и P (град), получим:

$$F_{mp} = f \left(Q \cdot \cos \alpha + P \cdot \sin \alpha + \frac{m \cdot V^2}{r} \right). \quad (3.3)$$

Сила трения направлена так, что при ее положительном значении будет способствовать вычесыванию пуха (рис. 3.5).

Дифференциальное уравнение движения частицы пуха по поверхности зубьев будет иметь вид:

$$\frac{m \cdot dV}{dt} = P \cdot \cos \alpha - Q \cdot \sin \alpha - f \cdot \left(Q \cdot \cos \alpha + P \cdot \sin \alpha + \frac{m \cdot V^2}{r} \right) \quad (3.4)$$

За промежуток времени dt при вычесывании пуховое волокно отклонится на угол $d\varphi$, точка соприкосновения зуба с пуховым волокном сместится на расстояние dS .

Так как α - переменный угол, определяются:

$$\alpha = \varphi + \mu, \quad (3.5)$$

где: φ - угол трения пуха о материал участка (град);

μ - угол между dS и пуховым волокном (град).

Если пренебречь силой инерции (так как V не превышает 0,2...0,9 м/с, можно принять $\frac{m \cdot V^2}{r} = 0$), тогда:

$$\frac{m \cdot dV}{dt} = (P - f \cdot Q) \cdot \cos \alpha - (Q + f \cdot P) \cdot \sin \alpha, \quad (3.6)$$

где: f - коэффициент трения пуха о зуб.

Угол наклона прямолинейного участка зуба выбирают из условия скольжения пуха на этом участке, условие можно записать:

$$P \cdot \cos \alpha > Q \cdot \sin \alpha + F_{mp} \quad (3.7)$$

Разделив обе части условия на $P \cos \alpha$ и введя обозначение $\frac{Q}{P} = b$, получим:

$$\operatorname{tg} \alpha < \frac{1 - b \cdot \operatorname{tg} \varphi}{b + \operatorname{tg} \varphi} . \quad (3.8)$$

В результате математических расчетов и поисковых исследований [258, 341, 342] было выявлено, что масса пуха, вычесываемая одним зубом, ничтожно мало влияет на силу трения пуха о зуб и весом частицы пуха в расчетах можно пренебречь ($Q = 0$), при скорости перемещения устройства по кожному покрову животного 0,2 – 0,9 м/с.

Таким образом, условие (3.8) примет вид:

$$\operatorname{tg} \alpha < \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi} \quad (3.9)$$

Угол трения шерстно-пуховых волокон колеблется в пределах 12 – 20°. Тогда угол входа зуба в шерстно-пуховой покров должен составлять от 20° до 40°.

Рассмотрев влияние радиуса кривизны зуба на величину силы трения зуба о шерстно-пуховой покров выявили, что изменение величины силы трения незначительны, а радиус кривизны зуба не оказывает большого влияния на силу трения.

Таким образом, сила трения пуха о зуб гребня зависит только от угла вхождения зуба в шерстно-пуховой покров животного и может быть найдена по зависимости:

$$F_{mp} = f P \sin \alpha \quad (3.10)$$

Важным моментом при моделировании физического процесса вычесывания является определение скоростных характеристик вычесывающего элемента и устройства в целом

Определим оптимальный путь перемещения зуба вычесывающего устройства [87, 148].

Предположив, что пуховое волокно (рис. 3.6), наклонено под углом θ , расположено на очесываемой полосе шерстно-пухового покрова. Оно

вычесывается зубом в некоторой точке A , отстоящей от кожного покрова на высоте h (м).

Скорость $u_{аб}$ (м/с) абсолютного движения точки A складывается из скорости v (м/с) движения вычесывающей машинки и скорости u (м/с) зубьев.

α – угол между силой трения и силой сопротивления пуха вычесыванию (град);

$\alpha - \theta$ – угол между скоростями движения машинки и зубьев (град).

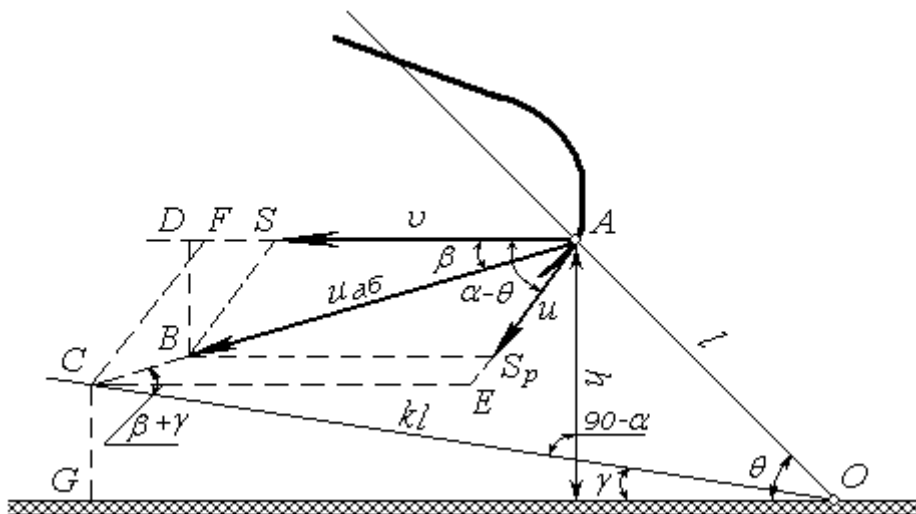


Рис. 3.6. Вычесывание пухового волоса.

Пуховой волоконно, вычесываемое аппаратом, перемещается по направлению скорости $u_{аб}$.

β – угол между направлением скорости $u_{аб}$ и горизонталью (град).

Из треугольника ABD получаем:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{u \sin(\alpha - \theta)}{v + u \cos(\alpha - \theta)}. \quad (3.11)$$

Приняв $\frac{u}{v} = \lambda$, где λ – показатель кинематического режима, получаем

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\lambda \sin(\alpha - \theta)}{1 + \lambda \cos(\alpha - \theta)}. \quad (3.12)$$

Вычесывание закончится в тот момент, когда пуховое волокно будет извлечено из кожного покрова животного. При длине волокна от точки O до точки A , равной l (м), процесс вычесывания будет закончен в точке C , определяемой равенством $OC = kl$, где k – коэффициент удлинения (прочности) пухового волокна.

γ – угол наклона волоса к горизонту в момент окончания извлечения (град). Определим этот угол из треугольника AOC :

$$\sin(\beta + \gamma) = \frac{1}{k} \sin(\beta + \theta) \quad (3.13)$$

Отрезок AE – длина участка, на котором происходит вычесывание, а отрезок AF – определяет путь вычесывающего аппарата, в процессе которого происходит извлечение очесываемого пухового волокна.

Определим отрезки AE и AF .

Из треугольника OCG – $CG = kl \sin \gamma$, или $CG = h - AE \sin(\alpha - \theta)$.

$$\text{Заменяя } CG, \text{ получаем } AE = S_p = \frac{h - kl \sin \gamma}{\sin(\alpha - \theta)}, \quad (3.14)$$

где S_p – длина пути, проходимого лентой за время выдергивания пухового волоса (м).

$$\text{Так как } l = \frac{h}{\sin \theta}, \text{ то } S_p = \frac{h(\sin \theta - k \sin \gamma)}{\sin \theta \sin(\alpha - \theta)}, \quad (3.15)$$

Установлено [222, 292, 352], что активное вычесывание пуха происходит на горизонтальном участке длиной $S = 100...120$ мм. Зоны входа и выхода зуба гребня составляют $S_p = 50...60$ мм.

Еще одним аспектом, влияющим на процесс вычесывания, является количество проходов вычесывающего устройства по поверхности кожного покрова животного. Процесс ручной чески пуха носит случайный характер, что приводит к многократным повторным прочесам по одному и тому же месту кожного покрова животного. Случайный характер вычесывания приводит к тому, что оператор вынужденно совершает излишние прочесы прядей, которые уже обработаны, в то время как другие пряди могут быть

пропущены и не прочесаны ни разу. Из чего можно заключить что, ручное вычесывание пуха, являясь случайным процессом, не обеспечивает равномерную обработку шерстно-пухового покрова животного.

Многократные прочесы по одному и тому же месту кожного покрова повышают риск причинения животному болевых ощущений и травм.

Для равномерной обработки шерстно-пухового покрова животного, предлагается располагать зубья на устройстве для вычесывания пуха коз так, чтобы обработанная поверхность была схожа с поверхностью после прохода зубовой бороны. Для этого все зубья должны образовывать борозды, расположенные на равных расстояниях одна от другой. Расстояние между зубьями на планке и расстояние между планками должны быть достаточными, иначе возможно забивания промежутков между зубьями пухом и загрязнениями.

Рассмотрев расположение зубьев по аналогии с бороной [121, 134, 182, 264, 265, 266], мы пришли к выводу: чтобы исключить забивание зубьев вычесанным пухом, необходимо расположить зубья на ленте тремя планками, при длине ленты $l = 50$ см. Планки должны быть расположены на расстоянии $m = 16,7$ см друг от друга. Ширина рабочей зоны разрабатываемого механического ленточного устройства для вычесывания пуха коз составляет 100 мм. Значит общее число зубьев $n = 30$ штук по 10 зубьев на каждой из трех планок ленты.

При таком размещении, смещение зубьев планок будет больше, следы прочесов механического ленточного устройства для вычесывания пуха коз будут реже, но равномерность обработки кожного покрова будет лучше, при меньших энергетических затратах.

Для определения энергоемкости разрабатываемого устройства необходимо рассмотреть его энергетический баланс [310, 363, 364].

Мощность, затрачиваемая на выполнение рабочего процесса вычесывания пуха, найдем как скалярное произведение векторов силы и скорости ее точки приложения.

Аналитическое выражение мощности имеет вид:

$$N_p = R_n v_n + R_\tau v_\tau, \quad (3.16)$$

где R_n , R_τ - проекции векторов силы, а v_n , v_τ - проекции скорости точки приложения силы на тангенциальную и нормальную оси соответственно.

Следовательно:

$$N_p = [P \cos \alpha - Q \sin(\alpha - \theta) - F_{mp}] \cdot u_{a\bar{o}} \cos(\alpha - \theta - \beta) + \\ + [N - Q \cos(\alpha - \theta) - P \sin \alpha - P_{un}] \cdot u_{a\bar{o}} \sin(\alpha - \theta - \beta) \quad (3.17)$$

Учитывая формулу для нахождения силы трения (3.10) получим, что нормальная реакция

$$N = \frac{F_{mp}}{f} = P \cdot \sin \alpha \quad (3.18)$$

Учитывая, что вес частицы пуха $Q=0$ и $P_{un}=0$, выражение (3.17) для нахождения рабочей мощности устройства, будет иметь вид:

$$N_p = [P \cos \alpha - F_{mp}] \cdot u_{a\bar{o}} \cos(\alpha - \theta - \beta), \quad (3.19)$$

Тогда, по теореме косинусов абсолютная скорость:

$$u_{a\bar{o}} = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv \cos(\alpha - \theta)}. \quad (3.20)$$

Угол β между абсолютной скоростью движения $u_{a\bar{o}}$ и скоростью v движения вычесывающего устройства по теореме синусов определится как:

$$\frac{u}{\sin \beta} = \frac{u_{a\bar{o}}}{\sin(180 - (\alpha - \theta))} \quad (3.21)$$

$$\beta = \arcsin \frac{u \sin(\alpha - \theta)}{u_{a\bar{o}}}. \quad (3.22)$$

По результатам математической обработки теоретических исследований, определены параметры вычесывающих элементов: диаметр $d=2$ мм, угол вхождения в шерстно-пуховый покров - $\alpha=32^\circ$, скорость движения ленты $u=0,6$ м/с, Скорость самого вычесывающего устройства по поверхности кожного покрова козы - $v=0,01$ м/с.

Основываясь на результатах теоретических исследований силового взаимодействия при вычесывании, нами разработана и предложена конструкция механического ленточного вычесывающего устройства.

Предлагаемое техническое решение относится к сельскому хозяйству и используется в козоводстве непосредственно для механического вычесывания пуха коз.

Корпус устройства (рис. 3.7, 3.8) выполнен в виде П-образного профиля состоящего из двух продольно изогнутых (в виде дуги) пластин *1* и верхней крышки *2*, скрепленных между собой заклепочными соединениями. Такая конструкция обеспечивает необходимую жесткость и прочность корпуса, и предотвращает продольную деформацию боковых стенок при натяжении рабочей ленты *3*.

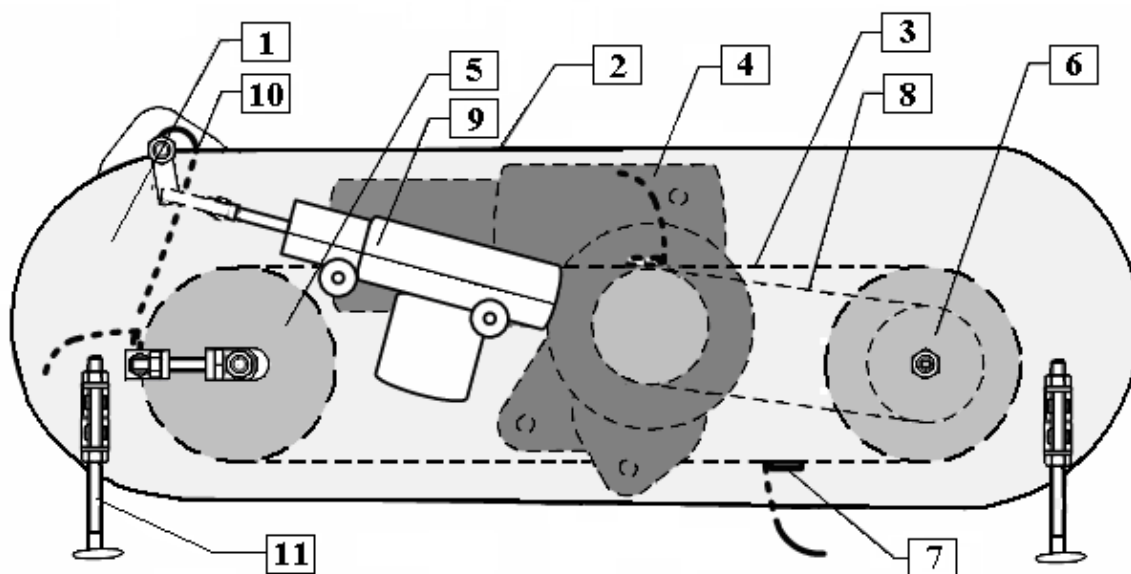


Рис. 3.7. Конструктивная схема механического ленточного устройства для вычесывания пуха коз: 1 – пластина; 2 – верхняя крышка; 3 – рабочая лента; 4 – электропривод; 5 и 6 – шкивы; 7 – планки с вычесывающими элементами; 8 – зубчатый ремень; 9 – привод; 10 – снимающая гребенка; 11 – ограничитель.

Механизм вычесывания пуха состоит из электропривода и рабочей части. В качестве электропривода *4* используется двигатель постоянного тока с напряжением питания 12 В и понижающий редуктор с червячной передачей, обеспечивающий необходимую мощность и скорость движения

рабочей части устройства. Рабочая часть состоит из двух шкивов **5** и **6**, на которые натянута рабочая лента **3**. На неподвижной оси шкивы установлены с помощью шариковых подшипников. На рабочей ленте закреплены три



Рис. 3.8. Механическое ленточное устройство для вычесывания пуха коз.

планки с вычесывающими элементами **7**. Каждая планка представляет собой металлическую пластину, с закрепленными на ней десятью зубьями, расположенными на расстоянии 5 мм друг от друга. Зубовое поле образует аналог развертки винтовой линии. Рабочая часть приводится в движение электроприводом при помощи зубчатого ремня **8**. Механизм полуавтоматического съема пуха состоит из привода **9** и снимающей гребенки **10**. Снимающая гребенка состоит из 9 зубьев специальной формы закрепленных в поворотном механизме. Для фиксации снимающей гребенки в рабочем положении (съем пуха с рабочей части) и в нейтральном (вычесывание пуха) была использована «магнитная ловушка».

Установка глубины вычесывания обеспечивается шестью регулируемыми по высоте ограничителями **11**, расположенными на боковых стенках корпуса изделия. При подготовке устройства к работе необходимо установить ограничители на такую высоту, которая обеспечит необходимую глубину вычесывания и при этом обеспечит максимальную защиту животного от случайных повреждений кожного покрова.

Для электропитания изделия использовался блок питания промышленного изготовления с техническими параметрами: входное напряжение ~210-240 В; выходное напряжение – 10-15 В; выходной ток 3 А.

3.5. Лабораторные и производственные исследования предложенных решений

Предложенные технические решения вопросов механической обработки кожного покрова коз прошли проверку в лабораторных и производственных условиях. Лабораторные исследования проводились в лабораториях кафедры «Механизация животноводства» ОГАУ и Отдела биотехнических систем Оренбургского научного центра УрО РАН. Производственные исследования проводились совместно с В.А. Ротовой и В.Д.Поздняковым в СПК «Донское» Беляевского района, СПК «Рассвет» Ясненского района Оренбургской области.

Лабораторные исследования включали себя: определение оптимальных параметров устройства влияющих на производительность исполнителя, энергоёмкость процесса вычесывания, определение качественных показателей процесса.

Производственные исследования проводились с целью подтверждения результатов теоретических и лабораторных исследований, определения потенциала в увеличении производительности процесса вычесывания пуха.

Задачи, поставленные лабораторными производственными исследованиями, потребовали разработать: методики для определения качества работы и энергетических параметров механического ленточного устройства для вычесывания пуха коз, а также оборудование для реализации этих методик.

В качестве вычесываемой поверхности использовали набор образцов из козлин, соответствующих шерстно-пуховому покрову коз. В лабораторных и производственных условиях для сравнения результатов использовали

стандартный гребень для чески пуха коз и разработанное механическое ленточное устройство для вычесывания пуха.

Качество вычесанного пуха определяет отсутствие свойлачивающихся комочков пуха, а также отсутствие надрывов и микротрещин. Надрывы и микротрещины устанавливаются лабораторными методами. Наиболее достоверным методом определения повреждения пухового волокна является— диазореакция.

Диазореакция основана на применении диазореактива из сульфаниловой кислоты, концентрированной соляной кислоты и раствора азотистокислого натрия, смешанных в определенных пропорциях и последовательности. При погружении на 30 мин. неповрежденное пуховое волокно в свежеприготовленный диазореактив, оно не окрашивается, тогда как поврежденное волокно окрашивается в красный цвет [192, 197].

Но этот метод недостаточно полно определяет качество работы механического ленточного устройства. Нами разработана методика и устройство для ее реализации, позволяющие определять качество вычесывания и оценить качество работы исполнителя.

В процессе вычесывания из шерстно-пухового покрова выделяется пух, следовательно, изменяется и плотность оставшегося покрова. Если измерить плотность до начала вычесывания и после, видна значительная разница величин.

Для определения этих величин, мы предлагаем использовать оптическую плотность D , мера непрозрачности слоя вещества для световых лучей. Определяется по формуле:

$$D = \lg \frac{\Phi_{e_0}}{\Phi_e}, \quad (3.23)$$

где Φ_{e_0} - поток излучения, падающего на слой,

Φ_e - ослабленный поток, прошедший через этот слой, в результате поглощения и рассеяния.

Понятие оптической плотности введено Р. Бунзеном; оно привлекается для характеристики ослабления оптического излучения (света) в слоях и пленках различных веществ.

Первоначально, оптическая плотность шерстно-пухового покрова определялась в лабораторных условиях с использованием фотометра КФК-2 МП. Этот прибор позволяет определять оптическую плотность по 11 точкам спектра от 315 до 980 нм, результаты измерения обрабатываются микро-ЭВМ и выводятся на световые табло. Пределы измерения оптической плотности от 0 до 2. Образец шерстно-пухового покрова помещали в фотометр, определяли его оптическую плотность. Затем из этого образца удаляли часть пуха и опять помещали в фотометр для определения оптической плотности. Последние операции повторяли до полного удаления пуха из образца, с интервалом 20% наличия пуха. Результаты измерения оптической плотности представлены на рис. 3.9.

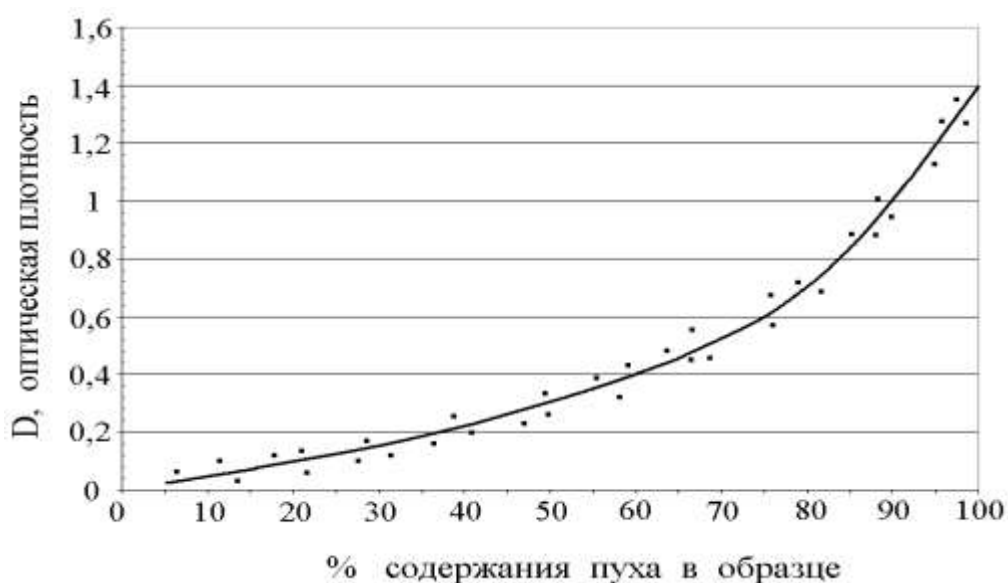


Рис. 3.9. Изменение оптической плотности образца шерстно-пухового покрова в зависимости от содержания пуха.

Анализ полученной зависимости D от процентного содержания пуха в образце показал, что оптическая плотность значительно возрастает при высоком проценте содержания пуха. При полном отсутствии пуха в образце

плотность составит примерно 0,1, что соответствует примерно 80% пропускания потока излучения.

Фотометр – дорогостоящий и сложный прибор, и его использование на пунктах чески, не целесообразно, поэтому разработано контрольно-измерительное устройство (совместно с Ротовой В.А. и Осиповой А.М.), позволяющее определять оптическую плотность непосредственно в шерстнопуховом покрове козы (рис. 3.10) [341].

Контрольно-измерительное устройство состоит из зажима 4, подвижной пластины 3, в которой закреплен приемник излучения 2 – фотодиод ФД-288Б. На неподвижной пластине 4 установлен фиксатор 6 для крепления сменных стекол 8. С другой стороны неподвижной пластины 9 установлен источник излучения 7 – лампа галогенная КГМН 6,3 – 15.

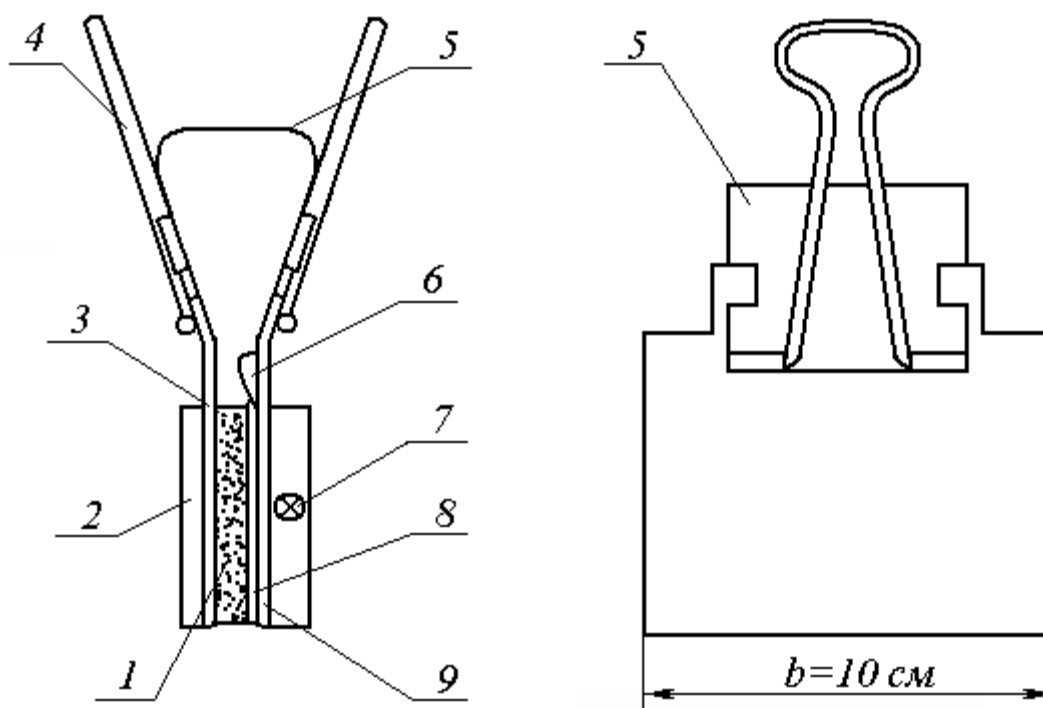


Рис. 3.10. Контрольно-измерительное устройство для определения оптической плотности образца шерстнопухового покрова: 1 – шерстнопуховой покров, 2 – приемник светового потока, 3 – подвижная пластина, 4 – зажим, 5 – пружина, 6 – фиксатор съемного стекла облучателя, 7 – источник света (облучатель), 8 – сменное стекло облучателя, 9 – неподвижная пластина.

При проведении замера оптической плотности шерстно-пухового покрова с помощью зажима **4** пластины **3** и **9** разводятся в разные стороны, устройство внедряют в шерстно-пуховой покров. Пружина **5** приводит пластины в исходное состояние, зажимая фрагмент пухового покрова **1** между пластинами. Источник излучения **7** включают и измеряют оптическую плотность. С приемника излучения **2** сигнал поступает на электронное табло.

Используя описанное выше устройство можно определить процент пуха, оставшегося в покрове животного после прохода вычесывающего устройства. Для этого определяли оптическую плотность шерстно-пухового покрова до и после вычесывания, и используя график (рис. 3.9) полученный в лабораторных условиях. Это позволило получить четкое представление о качестве работы вычесывающего устройства. В лабораторных условиях эта методика позволяет определить оптимальные эксплуатационные параметры вычесывающего устройства. В производственных условиях методику и устройство можно использовать как показатель качества работы оператора-исполнителя.

Исследования в лабораторных и производственных условиях, по описанной выше методике, с использованием контрольно-измерительного устройства для определения оптической плотности шерстно-пухового покрова, доказали их состоятельность. Результаты исследований оказались сопоставимыми с результатами, полученными ранее [261].

Для определения энергетических параметров механического вычесывающего устройства разработаны методики и стенд. За основу, нами взят стенд для определения энергетических характеристик режущего аппарата стригальной машинки, подробно описанный во второй главе [326, 336, 339].

Разрабатываемый стенд позволяет регистрировать: мощность, потребляемую электродвигателем устройства для вычесывания пуха (в этом случае – это приборы: амперметр и вольтметр), а также сопротивление перемещению по шерстно-пуховому покрову.

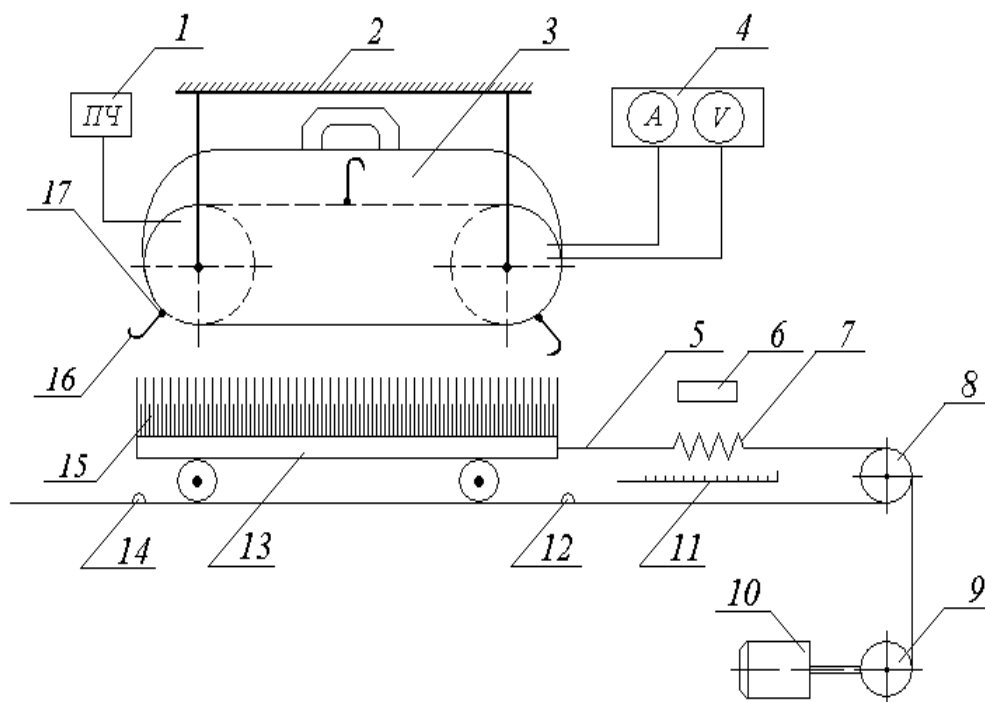


Рис. 3.11. Стенд для определения энергетических и эксплуатационных параметров: 1 – частотный преобразователь, 2 – фиксатор устройства, 3 – исследуемое устройство, 4 – измерительно-регистрирующий блок, 5 – тонкий трос, 6 – цифровая видеокамера, 7 – измерительная пружина, 8 – блок, 9 – шкив электродвигателя, 10 – электродвигатель, 11 – измерительная рейка, 12 и 14 – конечный и начальный выключатели, 13 – каретка с фиксатором образца, 15 – вычесываемый образец, 16 – планки с вычесывающими элементами, 17 – фиксатор планок с вычесывающими элементами.

В стенде (рис. 3.11) реализована возможность варьирования следующих эксплуатационных параметров:

- диаметр вычесывающих элементов (1...4 мм);
- угол вхождения в шерстно-пуховый покров планки с вычесывающими элементами ($20...45^{\circ}$);
- скорость подачи устройства для вычесывания пуха, т.е. скорость, с которой механического ленточного устройства перемещается по каждому покрову животного (0,005...0,1 м/с);
- скорость ленты устройства (0,3...0,9 м/с);
- число планок с вычесывающими элементами (1...5);
- число зубьев и расстояние между ними на планках с вычесывающими элементами (5...15 шт).

Стенд работает следующим образом. На фиксаторе **2** крепится исследуемое устройство **3**, на его ленте с помощью фиксаторов **17** устанавливаются планки с вычесывающими элементами **16**. Предварительно на этих планках устанавливаются вычесывающие зубья. Фиксаторы **17** позволяют изменять и фиксировать угол вхождения вычесывающих элементов в шерстно-пуховый покров. Частотный преобразователь **1** подключается к электронной схеме механического ленточного устройства и позволяет изменять и устанавливать скорость ленты. Кроме того, к электрической схеме механического ленточного устройства подключается измерительно-регистрирующий блок **4**. Вычесываемый образец **15** крепится на каретку **13**.

Посредством тонкого троса **5** каретка через пружину **7** связана с электродвигателем **10**, которым регулируется скорость перемещения каретки, с помощью частотного преобразователя. Жесткость пружины подобрана так, чтобы при нагрузке 250 – 500 Н, обеспечить удлинение пружины на 15 – 30 см. Начальный и конечный выключатели **14** и **12** фиксируют начало и окончания движения каретки, запускают и останавливают электродвигатель **10**, позволяя рассчитать действительную скорость подачи устройства для вычесывания пуха.

Включают механическое ленточное устройство и регистрируют мощность, затрачиваемую на холостом ходу. Затем включают электродвигатель **10**, начинается отсчет времени на вычесывание. В момент времени, когда каретка с вычесываемым образцом находится под механическим ленточным устройством, цифровая видеокамера **6** регистрирует удлинение пружины **7** по измерительной рейке **11**. Разность показаний измерительно-регистрирующего блока **4** на холостом и рабочем ходах и есть мощность, затрачиваемая на вычесывание пуха из шерстно-пухового покрова. О сопротивлении вычесыванию пуха судят по удлинению пружины **7**.

При вхождении вычесывающего устройства в шерстно-пуховый покров и из него, наблюдали неравномерность в сопротивлении и потребляемой мощности. В журнал наблюдений при каждом опыте заносили три показания: при вхождении образца в зону устройства, в момент, когда образец находится на 100% под устройством и в момент выхода образца из-под механического ленточного устройства. Затем, при обработке опытных данных, эти показания усредняли.

Основываясь на результатах теоретических исследований по определению оптимальных условий работы вычесывающего устройства, нами найдены основные параметры, влияющие на усилие F , прилагаемое к гребню, сопротивление перемещению механического ленточного устройства по шерстно-пуховому покрову козы и на мощность N_p , затрачиваемую устройством на вычесывание пуха. К этим параметрам мы отнесли:

- угол вхождения планки с вычесывающими элементами, град.;
- диаметр вычесывающих элементов d , мм;
- скорость ленты u вычесывающего устройства, м/с;
- скорость перемещения v по поверхности шерстно-пухового покрова козы, м/с;

Основываясь на теоретических выкладках и данных, полученных другими исследователями [112, 113, 180, 181], определили диапазон варьирования этих параметров (табл. 3.3).

Согласно методикам, описанным выше, проводили исследования по определению F – сопротивление перемещению вычесывающего устройства и потребляемой и мощности N_p при различных значениях d , α , v и u . Кроме того определяли, после каждого вычесывания в образце, оптическую плотность D , для оценки качества работы вычесывающего устройства.

Лабораторные исследования позволили определить эксплуатационные параметры, влияющие на энергетические характеристики устройства, и получить их оптимальные значения.

3.3. Диапазоны варьирования параметров, оказывающих влияние на энергетические характеристики работы механического ленточного устройства.

Параметр	Минимальное значение	Максимальное значение	Шаг варьирования
Диаметр вычесывающего элемента d , мм	2	3	0,5
Угол вхождения вычесывающих элементов α , град.	30	40	5
Скорость ленты механического ленточного устройства u , м/с	0,5	0,7	0,1
Скорость подачи механического ленточного устройства v , м/с	0,005	0,015	0,005

Изготовленный натуральный образец вычесывающего устройства был подвержен исследованиям в производственных условиях, для проверки его работоспособности, а также дополнения и корректировки результатов теоретических и лабораторных исследований, связанных с определением оптимальных параметров его работы.

В процессе исследований сравнивали качество вычесывания традиционным гребнем и разработанным устройством, продолжительность чески и качество полученного пуха.

Ческу одной половозрастной группы животных проводили поочередно традиционным гребнем – правую сторону животного, разработанным устройством – левую сторону. При этом с правого и левого боков определяли оптическую плотность шерстно-пухового покрова до и после вычесывания, продолжительность работы исполнителя традиционным гребнем и разработанным механическим ленточным устройством. Предварительно

покров животного, согласно технологии, был расчесан редким гребнем, загрязнения были удалены.

Качество полученного пуха (длина, тонины, крепость) определяли по методикам [209, 216, 279].

3.6. Результаты исследований предложенных решений

Полученные, в результате исследований, данные обрабатывались методами вариационной статистики при использовании программных продуктов MathCAD 14, Microsoft Office Excel 2010, Statsoft STATISTIKA 6.0 [74, 76, 81, 82, 103, 115, 117, 132, 177, 228].

По результатам обработки данных, выяснили, что усилие удержания пуха в шерстно-пуховом покрове козы неодинаково и зависит от ряда параметров, в частности от степени зрелости пухового волокна. Одинаковые значения P_{y0} были сгруппированы по частям поверхности кожного покрова. Наиболее высокие значения P_{y0} в области лопаток и спины и достигают значений 2,3...2,5 МПа. Минимальные значения P_{y0} в области шеи и ребер – 1,6...1,9 МПа.

Значения, полученные в лабораторных условиях незначительно (менее 8 %) отличаются от значений, полученных в производственных условиях. Различия объясняются тем, что в лабораторных условиях измерения проводили на козлинах, т.е. когда рост шерстно-пухового покрова отсутствовал. Значения P_{y0} в лабораторных условиях несколько выше, чем в производственных. Кроме того, производственные исследования проводились в момент естественной линьки коз.

Энергетические характеристики предложенного вычесывающего устройства можно оценить, анализируя поверхности откликов, характеризующие $F_{nep} = f(d, \alpha, u_{abc})$ - сопротивление перемещению устройства и потребляемую им мощность $N = f(d, \alpha, u_{abc})$.

Влияние диаметра вычесывающих элементов d и угла вхождения α вычесывающих элементов в шерстно-пуховой покров на F_{nep} отражено на рис. 1 (приложение В) ($F_{nep} = f(d, \alpha)$).

Минимальное сопротивление перемещению устройства имело место при диаметре вычесывающих элементов $d = 2,0$ мм и угле $\alpha = 30^0$, составив при этом $F_{nep} = 135,93$ Н, максимальное значение $F_{nep} = 280,145$ Н, при $d = 3,0$ мм и $\alpha = 40^0$. Анализ поверхности на рис. 1 (приложение В), показал, что при увеличении угла вхождения вычесывающих планок α в шерстно-пуховой покров с 30^0 до 40^0 , F_{nep} увеличивается на 38 %. Если увеличить диаметр вычесывающих элементов d с 2 мм до 3 мм, то сопротивление перемещению увеличивается на 50 %. Исходя из этого, можно предположить, что диаметр вычесывающих элементов d в большей степени влияет на сопротивление перемещению, нежели угол вхождения α .

Выражение, описывающее $F_{nep} = f(d, \alpha)$:

$$F_{nep} = 44,477 - 8,719d + 1,777d^2 \times 10^{-10} + 2,552d\alpha + 0,037\alpha^2, \quad (3.24)$$

где F_{nep} – сопротивление перемещению вычесывающего устройства, Н;

α – угол вхождения вычесывающих элементов в шерстно-пуховой покров, град;

d – диаметр вычесывающего элемента, мм.

Анализ поверхности отклика, характеризующая зависимость $F_{nep} = f(d, u_{abc})$ (рис. 2 приложение В).

Поверхность отклика описывается выражением:

$$F_{nep} = -0,46 + 80,882d + 1,391u_{abc} + 2,231d^2 \times 10^{-10} - 0,461du_{abc} - 1,142u_{abc}^2, \quad (3.25)$$

где u_{abc} – абсолютная скорость движения вычесывающего элемента, м/с.

Минимальное сопротивление перемещению вычесывающего устройства наблюдалось при скорости перемещения $u_{abc} = 0,505...0,514$ м/с и

$d = 2$ мм и составило при этом $F_{nep} = 135,93$ Н, максимальное значение $F_{nep} = 280,45$ Н при скорости $u_{a\delta c} = 0,504...0,713$ м/с и $d = 3$ мм.

При увеличении диаметра d , происходит увеличение F_{nep} в среднем на 50...57 %, что подтверждает наши предположения о большем влиянии d на F_{nep} . Абсолютная скорость, оказывает влияние на F_{nep} незначительно, на 5 – 7 %. С увеличением скорости $u_{a\delta c}$, сопротивление перемещению F_{nep} увеличивается пропорционально, но не так значительно, как при увеличении d .

Анализ поверхности отклика, характеризующей зависимость $F_{nep} = f(\alpha, u_{a\delta c})$ (рис.) показывает прямолинейное увеличение сопротивления перемещению F_{nep} при увеличении угла наклона α вычесывающих планок к поверхности шерстно-пухового покрова. При изменении угла α с 30^0 до 40^0 , вычесывающие планки испытывают сопротивление со стороны вычесываемой поверхности в независимости от абсолютной скорости перемещения. Значительная роль скорости перемещения v механического ленточного устройства безусловна, но так как в теоретических исследованиях v обоснована в пределах 0,005...0,01 м/с, то в этих диапазонах ее роль сведена к минимуму, что подтверждает и уравнение (3.20).

Выражение, описывающее поверхность (рис. 3 приложение В):

$$F_{nep} = 22,68 + 3,803\alpha + 4,709 \cdot 10^{-9} u_{a\delta c} + 0,037\alpha^2 + 4,582 \cdot 10^{-12} \alpha u_{a\delta c} - 3,992 u_{a\delta c}^2 \quad (3.26)$$

Регрессионный анализ [107, 177] полученных данных при определении зависимости $F_{nep} = f(d, \alpha, u_{a\delta c})$, позволил получить модель, которая адекватно описывает эту зависимость. Проверку адекватности проводили с помощью F-критерия. Расчетное значение критерия Фишера ($F_{pac} = 3,77$) меньше табличного ($F_{таб} = 19,3$) при 5% уровне значимости, что указывает на адекватности полученной модели.

Модель описывается уравнением;

$$F_{nep} = -223,298 + 80,601d + 6,38\alpha - 0,001u_{abc} \quad (3.27)$$

Резюмируя вышеизложенное, можно предположить, что наименьшее сопротивление перемещению F_{nep} вычесывающего устройства будет при следующих значениях: абсолютная скорость перемещения $u_{abc} = 0,55...0,65$ м/с, диаметр вычесывающих элементов $d = 2,2...2,5$ мм, угла вхождения вычесывающих элементов $\alpha = 30^0...35^0$.

Поверхности отклика, характеризующие сопротивление перемещению традиционного ручного гребня, используемого в хозяйствах представлены в приложении В рис. 4, 5, 6.

Ручной, традиционный гребень, испытывался при следующих условиях: $\alpha = 20^0...40^0$, $d = 2...3$ мм, скорость перемещения гребня по вычесываемой поверхности $u = 0,1...0,3$ м/с, что соответствует реальным значениям указанных параметров. Кроме этого, для полного вычесывания пуха из образца, требовалось проводить от 15 до 20 перемещений гребня по очесываемому образцу.

Сравнивая сопротивление перемещению разработанного устройства и ручного гребня, отмечено следующее: максимальное значение $F_{nep}^{P2} = 596$ Н, а $F_{nep}^{6y} = 280,45$ Н, минимальные значения, соответственно: $F_{nep}^{P2} = 450$ Н, а $F_{nep}^{6y} = 136$ Н, где F_{nep}^{P2} - сопротивление перемещению ручного гребня, F_{nep}^{6y} - сопротивление перемещению вычесывающего устройства для чески пуха.

Таким образом, сопротивления перемещению вычесывающих элементов устройства в среднем в 2,5...2,8 раз меньше, чем у традиционного гребня.

Второй энергетической характеристикой была мощность N , потребляемая электроприводом вычесывающего устройства, затрачиваемая на проход вычесывающих планок в шерстно-пуховом покрове образца. Анализ поверхности отклика, отражающие зависимость $N = f(d, \alpha, u_{abc})$ и результаты регрессионного анализа.

Зависимость $N = f(d, \alpha)$, представлена на рис. 7 приложения В.

Минимальное значение $N = 26,57$ Вт при $d = 2$ мм и $\alpha = 30^\circ$.
 Максимальное значение $N = 65,87$ Вт при $d = 3$ мм и $\alpha = 40^\circ$. На анализируемой поверхности видно, что потребляемая мощность в значительной мере возрастает при увеличении диаметра вычесывающих элементов d , чем при изменении угла α . Можно констатировать, что при увеличении α с 30° до 40° , мощность N увеличивается на 65%. При изменении диаметра d от 2 до 3 мм, увеличение мощности в 1,2 раза. Что еще раз подтверждает предположение, что на энергоемкость процесса чески в большей степени оказывает влияние диаметр вычесывающих элементов.

Выражение, описывающее зависимость $N = f(d, \alpha)$, имеет вид:

$$N = -26,855 + 8,005d + 1,556\alpha + 5,164d^2 \cdot 10^{-12} + 0,27d\alpha - 0,022\alpha^2, \quad (3.28)$$

где N – мощность, затрачиваемая на проход вычесывающих планок в шерстно-пуховом покрове, Вт;

Анализ поверхности (рис. 8 приложения В) указывает, что мощность N прямо пропорциональна скорости u_{abc} . Это можно объяснить тем, что при увеличении скорости u_{abc} для преодоления возникающего сопротивления шерстно-пухового покрова требуется большая мощность. Минимальное значение затрачиваемой мощности $N = 26,6$ Вт наблюдали при значениях $u_{abc} = 0,505$ м/с и $d = 2$ мм.

Выражение, описывающее поверхность (рис. 8 приложения В):

$$N = -0,334 + 1,116u_{abc} + 0,029d - 0,916u_{abc}^2 + 28,629u_{abc}d - 6,33 \cdot 10^{-12}d^2, \quad (3.29)$$

На рис. 9 приложения В представлена поверхность, характеризующая зависимость $N = f(\alpha, u_{abc})$.

Поверхность описывается выражением:

$$N = -26,634 + 32,547u_{abc} + 1,543\alpha + 0,004u_{abc}^2 + 1,118u_{abc}\alpha - 0,022\alpha^2 \quad (3.30)$$

Влияние на затраты мощности в данном случае оказывает u_{abc} . Увеличение скорости ленты u приводит к увеличению сопротивления шерстно-пухового покрова, следовательно мощность, затрачиваемая

электродвигателем механического ленточного устройства также увеличивается. Угол α в этой ситуации влияет на увеличение N , но в меньшей степени, при увеличении α с 30^0 до 40^0 , мощность увеличивается на 17...20%.

Регрессионный анализ позволил описать зависимость $N = f(d, \alpha, u_{abc})$ выражением:

$$N = -67,5 + 17,465d + 0,681\alpha + 71,695u_{abc} \quad (3.31)$$

Проверку адекватности модели проводили по F-критерию. Расчетное значение критерия Фишера ($F_{pac} = 3,77$) меньше табличного ($F_{таб} = 19,3$) при 5% уровне значимости, что свидетельствует об адекватности полученной модели.

С учетом анализа поверхностей (рис. 7 – 9 приложение В) оптимальные параметры устройства с позиции снижения затрачиваемой мощности: $d = 2,0...2,2$ мм, $u_{abc} = 0,52...0,6$ м/с, $\alpha = 32^0...35^0$.

Исследования по оценке качества вычесывания пуха проводили в лабораторных и производственных условиях. Оценку качества вычесывания пуха устройством проводили в сравнении с традиционным гребнем, массово используемым в хозяйствах, в соответствии с разработанной методикой оценки величины оптической плотности D .

Перед проведением производственных исследований установили оптимальные эксплуатационные параметры вычесывающего устройства в лабораторных условиях с позиций снижения энергозатрат и качества вычесывания пуха из образца шерстно-пухового покрова.

Для определения оптимальных параметров с позиции качества вычесывания, проанализировали поверхности отклика, характеризующие зависимости $D = f(d, \alpha, u_{abc})$. На рис. 10 (приложение В) представлена поверхность отклика $D = f(d, \alpha)$:

Минимальное значение D соответствует минимальному содержанию пуха в образце достигается при условии минимальных значений угла α и

диаметра d . Можно предположить, что на качество вычесывания в большей мере оказывает влияние диаметр вычесывающих элементов, так при увеличении d с 2 мм до 3 мм, оптическая плотность увеличивается почти в 5,75...6 раз. В тоже время при изменении α от 30^0 до 40^0 , D увеличивается только в четыре раза. Тем не менее, оба параметра (α и d) влияют на качество вычесывания пуха.

Выражение, описывающее поверхность:

$$D = 0,059 - 0,025d - 0,003\alpha + 0,03d^2 - 0,002d\alpha + 0,1 \cdot 10^{-3}\alpha^2, \quad (3.32)$$

где D – оптическая плотность;

Для подтверждения высказанных ранее предположений, необходимо рассмотреть поверхности, характеризующие влияние u_{abc} на D .

На рис. 11 (приложение В) поверхность, описывающая зависимость $D = f(d, u_{abc})$. Анализ этой поверхности подтверждает наши предположения влияния диаметра d на оптическую плотность D . Это можно объяснить тем, что вычесывающие элементы с диаметром зубьев более 2,5 мм хуже вычесывают пух, они больше подходят для расчесывания. Скорость u_{abc} влияет на D не так значительно. При увеличении скорости u_{abc} с 0,504 м/с до 0,714 м/с, оптическая плотность D изменяется в пределах от 0,02 до 0,045, т.е. в 2...2,25 раза, что соответствует вычесыванию 80 – 85% пуха находившегося в образце.

Поверхность рис. 11 (приложение В) описывается следующим выражением:

$$D = 0,091 - 0,056u_{abc} - 0,072d + 0,161u_{abc}^2 - 0,041u_{abc}^2d + 0,03d^2, \quad (3.33)$$

О влиянии на качество вычесывания пуха угла α и скорости u_{abc} можно судить по поверхности рис. 12 (приложение В).

Анализ поверхности, убеждает в предположении о влиянии угла α на изменение оптической плотности D . Оптическая плотность начинает увеличиваться при $\alpha \geq 35^0$ и при скорости $u_{abc} \geq 0,64$ м/с.

Поверхность описывается следующим выражением:

$$D = 0,377 - 0,411u_{abc} - 0,012\alpha + 0,167u_{abc}^2 + 0,007u_{abc}\alpha + 0,1 \cdot 10^{-3}\alpha^2 \quad (3.34)$$

Комплексный анализ [117, 228, 308] поверхностей (рис. 10 - 12 приложение В) позволил определить оптимальные значения параметров α , d , u_{abc} с позиции минимизации F_{nep} , N , D : $\alpha = 32^{\circ} \dots 34^{\circ}$, $d = 2,2 \dots 2,3$ мм, $u_{abc} = 0,58 \dots 0,63$ м/с.

Лабораторные исследования качества вычесывания традиционным ручным гребнем (рис 13 - 15 приложение В) показали, что, как и в случае с вычесывающим устройством, на качество вычесывания в значительной степени влияет диаметр вычесывающих элементов. Следует отметить, что за один проход ручным гребнем вычесывалось не более 5...8% пуха, т.е. необходимо было сделать 12...20 проходов традиционным гребнем, чтобы вычесать весь пух из образца шерстно-пухового покрова.

Исследования вычесывающего устройства в производственных условиях проводили при следующих параметрах: диаметр вычесывающих элементов $d = 2,0$ мм, угол наклона вычесывающих планок $\alpha = 32^{\circ}$, скорость ленты механического ленточного устройства $v = 0,6$ м/с, скорость перемещения механического ленточного устройства по поверхности покрова козы $u = 0,01$ м/с. Качество вычесывания определяли по той же методике, что и при лабораторных исследованиях. В результате получена графическая зависимость изменения оптической плотности в процессе вычесывания (рис. 3.12).

Продолжительность вычесывания ограничивалась качеством вычесываемого пуха и его содержанием в шерстно-пуховом покрове животного.

Анализ графиков рис. 3.12 позволяет сделать следующие заключения: для вычесывания 85% пуха механическим ленточным устройством необходимо затрачивать 15-17 минут, а ручным гребнем от 33 до 40 минут в зависимости от половозрастной группы коз и квалификации оператора.

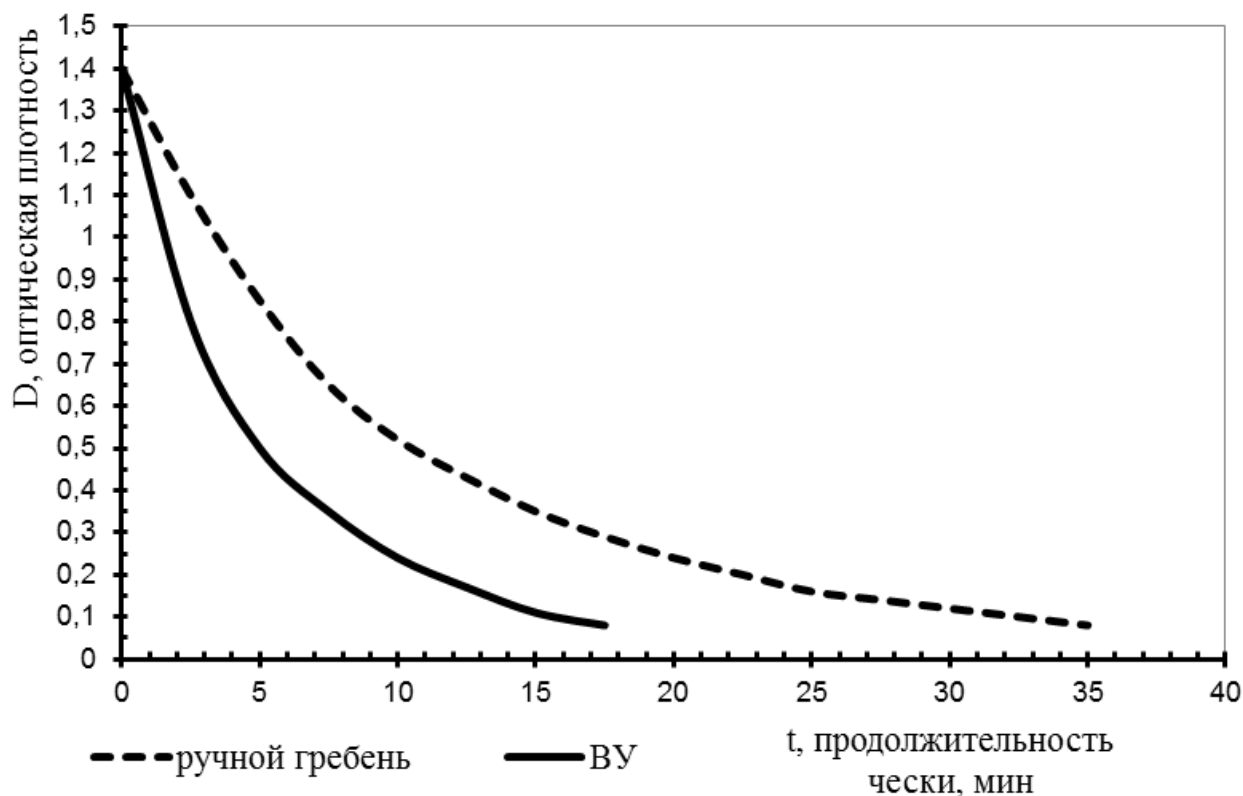


Рис. 3.12. Изменение оптической плотности шестно-пухового покрова в процессе чески.

Кроме того, нами взвешивалась каждая порция пуха, которая образовывалась в течении 2 – 2,5 минут вычесывания механическим ленточным устройством и ручным гребнем, затем взвешивали общую массу вычесанного пуха. Это позволило построить график количества (в процентах) вычесанного пуха от продолжительности вычесывания (рис. 3.13). По этому графику можно проследить динамику вычесывания пуха механическим ленточным устройством и ручным гребнем. На вычесывание первых 50% пуха механическим ленточным устройством затрачивается в среднем 6...7 минут, на оставшиеся 50% затрачивается от 9 до 10 минут, что объясняется утомляемостью исполнителя и вычесыванием сложной поверхности лопаток и спины, с наибольшим усилием удержания пухового волокна $P_{уд}$.

При ручной ческе на вычесывание первых 50% пуха затрачивалось 14...16 минут, а на полное вычесывание требовалось до 40 минут.

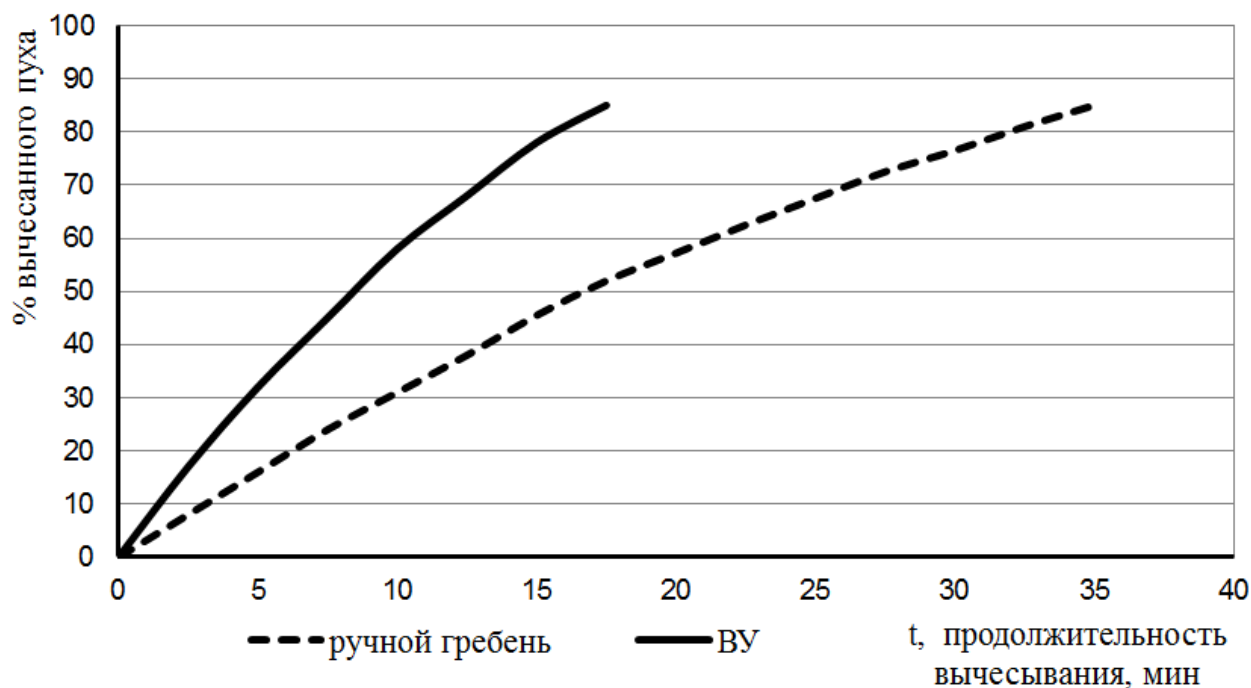


Рис. 3.13. Зависимость количества вычесанного пуха (в процентах) от продолжительности вычесывания.

Из вышеизложенного можно заключить, что производительность при вычесывании устройством увеличивается в среднем в 2...2,5 раза. Следовательно, его использование с определенными оптимальными параметрами позволит сократить продолжительность чески и сократить трудовые затраты в 2 – 2,5 раза.

3.7. Экономическая эффективность предложенных решений

Расчет экономической эффективности предложенных технических решений проведен по предложенной Л.П. Кормановским и Н.М. Морозовым методике [157] и рекомендациям [195, 196].

Характеристики экономической эффективности предлагаемого ленточного вычесывающего устройства сравнивали с серийно выпускаемым АО "Долина" ручным гребнем, который использовался в СПК «Донское» Беляевского района, СПК «Рассвет» Ясненского района. Предложенный Р.С. Суюнчалиевым АВП–1 не взят для сравнения экономических характеристик, так как он не используется в указанных выше хозяйствах.

Сравнение экономических показателей предлагаемого ленточного устройства и серийного ручного гребня необходимо принять производительность работы каждым, (количество вычесанных за смену голов) и балансовую стоимость – основные параметры, определяющие экономическую эффективность.

Затраты на изготовление предлагаемого механического ленточного устройства

Полная себестоимость предлагаемой конструкции устройства складывается из: стоимости материалов (основных и вспомогательных) при изготовлении конструкции - C_M ; заработной платы с отчислениями – $C_{ЗП}$; общепроизводственных накладных расходов - $C_{ОП}$:

$$C_k = C_M + C_{ЗП} + C_{ОП}, \quad (3.35)$$

Стоимость основных материалов определяли по выражению:

$$C_M = \sum M_i \cdot C_i + C_{П}, \quad (3.36)$$

где M_i – масса израсходованного материала i -го вида, кг; C_i – цена одного кг материала i -го вида, руб; $C_{П}$ – стоимость привода, руб.

Общая стоимость материалов на изготовление одного комплекта разработанного вычесывающего устройства, составляет 900 руб.

Заработная плата производственным рабочим рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗП} = C_{ОЗП} \cdot K_D \cdot K_{СОЦ}, \quad (3.37)$$

где $C_{ОЗП}$ – основная заработная плата, руб; K_D – коэффициент дополнительной заработной платы, $K_D=1,09$; $K_{СОЦ}$ – коэффициент отчислений на социальные нужды, $K_{СОЦ} = 1,302$

Основная заработная плата определяется:

$$C_{ОЗП} = (T_{ИЗ} + T_{СБ}) \cdot C_Ч, \quad (3.38)$$

где $T_{ИЗ}$ – трудоемкость изготовления элементов изделия, - 2,5 чел.-час; $T_{СБ}$ – трудоемкость сборки изделия - 0,5 чел.-час; $C_Ч$ – тарифная ставка рабочего изготавливавшего и собиравшего изделие 50,2 руб/час.

Расчетное значение $C_{ОЗП} = 150,6$ руб., тогда $C_{ЗП} = 207,82$ руб.

Общепроизводственные расходы рассчитывались по формуле:

$$C_{ОП} = \frac{(R_{ОП} \cdot C_{ОЗП})}{100}, \quad (3.39)$$

где $R_{ОП}$ – процент общепроизводственных расходов, $R_{ОП} = 115\%$ [196] составили 173,19 руб.

Таким образом затраты на изготовление предлагаемой конструкции ленточного вычесывающего устройства составят – 1281,01 руб.

Для определения ориентировочной договорной цены можно воспользоваться зависимостью:

$$C_{ДОГ} = C_K + C_{ВП} + П_{ПР}, \quad (3.40)$$

где $C_{ВП}$ – внепроизводственные расходы предприятия изготовителя, руб; $П_{ПР}$ – прибыль того же предприятия, руб.

Внепроизводственные расходы определяли по выражению:

$$C_{ВП} = \frac{(R_{ВП} \cdot (C_K + C_{ОП}))}{100}, \quad (3.41)$$

где $R_{ВП}$ – процент внепроизводственных расходов 12% [196]

По нашим расчетам они составили 174,51 руб.

Расчетная прибыль предприятия:

$$П_{ПР} = \frac{(R_{ПР} \cdot (C_K + C_{ОП} + C_{ВП}))}{100}, \quad (3.42)$$

где $R_{ПР}$ – процент прибыли предприятия 15%. Таким образом, расчетная прибыль предприятия составила 244,31 руб. Тогда, $C_{ДОГ} = 1699,82$ руб.

Балансовая стоимость ленточного вычесывающего устройства складывается из договорной цены приобретения и дополнительных затрат на доставку, которые составляют до 20% от цены приобретения:

$$B = 0,2 \cdot C_{ДОГ} + C_{ДОГ}, \quad (3.43)$$

и составила 2309,78 руб.

Исходные данные для расчета экономической эффективности представлены в табл. 3.4

3.4. Исходные данные для расчета экономической эффективности

Показатели	Стандартный ручной гребень	Разработанное ленточное вычесывающее устройство
Выход начесанного пуха, кг/гол.	0,300	0,430
Балансовая стоимость, руб.	250	2309,78
Цена ед. продукции, руб./кг	800	800
Часовая тарифная ставка, руб.	50	50
Количество коз очесанных за 8 часовую смену, гол.	11	25

Прямые производственные затраты

$$И = O_{TP} + A + P + C_{ЭЛ}, \quad (3.44)$$

где O_{TP} – оплата труда чесальщика, руб./гол.; A – амортизационные отчисления, руб./гол.; P – затраты на ремонт и ТО, руб./гол.; $C_{ЭЛ}$ – затраты на электроэнергию, руб./гол.

Оплата труда определяется по формуле:

$$O_{TP} = \frac{Ч \cdot t \cdot b}{W}, \quad (3.45)$$

где $Ч$ – часовая тарифная ставка оператора, руб. ($Ч = 50$ руб.); t – продолжительность рабочей смены, ч.; b – коэффициент начислений на зарплату, $b = 1,6$; W – количество голов очесанных за смену, гол.

В расчете на одно животное было получено O_{TP} по базовому варианту 58,18 руб./гол., по проектируемому 25,6 руб./гол.

Амортизационные отчисления:

$$A = \frac{B \cdot a}{100 \cdot N}, \quad (3.46)$$

где a – норма отчислений на амортизацию, % (16,7%); N – количество голов, очесанных одним устройством.

Рассчитаны для: $A_{БАЗ} = 3,8$ руб./гол.; $A_{ПП} = 13,63$ руб./гол.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание

$$P = \frac{B \cdot r}{100 \cdot N}, \quad (3.47)$$

где r – норма отчислений на техническое обслуживание, % (12,1%).

И составили $P_{БАЗ} = 2,75$ руб./гол., $P_{ПП} = 9,87$ руб./гол.

Затраты на электроэнергию подсчитываются по формуле:

$$C_{эл} = \frac{T \cdot C_{кВт}}{N}, \quad (3.48)$$

где T – количество израсходованной электроэнергии, кВт; $C_{кВт}$ – стоимость электроэнергии, принята на основе цен для сельского хозяйства, $C_{кВт} = 1,6$ руб./кВт.

Следовательно, затраты соответственно составили: $C_{элБАЗ} = 0,0$ руб./гол., $C_{элПП} = 0,51$ руб./гол.

Тогда прямые производственные затраты на единицу выполняемых работ: $I_{БАЗ} = 64,73$ руб./гол. $I_{ПП} = 49,61$ руб./гол.

Изменения в стоимости получаемой продукции:

$$\pm D_{уд} = C_2 P_2 - C_1 P_1, \quad (3.49)$$

где C_2 и C_1 – цена единицы продукции в проектируемом и базовом вариантах, руб. ($C_{1,2} = 800$ руб./кг);

P_2 и P_1 – выход продукции в натуральном выражении в расчете на одну голову.

$D_{уд} = 104$ руб./гол.

Удельные капитальные вложения определяются по формуле:

$$K_{уд} = \frac{B}{N}, \quad (3.50)$$

$K_{удБАЗ} = 22,73$ руб./гол., $K_{удПП} = 81,59$ руб./гол.

Подсчитываются удельные приведенные затраты по каждому варианту:

$$\begin{aligned} J_{БАЗ} &= I + E_H \cdot K_{y0} \pm D_{уд} \\ J_{ПР} &= I + E_H \cdot K_{y0} \end{aligned}, \quad (3.51)$$

где E_H – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, 15% ($E_H = 0,15$).

$$J_{БАЗ} = 172,1 \text{ руб./гол.}, J_{ПР} = 61,85 \text{ руб./гол}$$

Так как $J_{ПР} < J_{БАЗ}$, то можно сделать вывод, что предлагаемая конструкция вычесывающего устройства эффективна.

Показатель снижения эксплуатационных расходов, %

$$C_{э} = \frac{I_{БАЗ} - I_{ПР}}{I_{БАЗ}} \cdot 100, \quad (3.52)$$

$$C_{э} = 23,35 \%$$

Дополнительная прибыль в расчете на одно вычесывающее устройство:

$$П_{доп} = (I_{БАЗ} - I_{ПР} + D_{уд}) \cdot \Delta W \quad (3.53)$$

где $\Delta W = W_{ПР} - W_{БАЗ}$

$$П_{доп} = 1668 \text{ руб./устройство.}$$

Результаты расчета экономической эффективности внедрения разработанного вычесывающего устройства представлены в табл. 3.5.

3.5. Результаты расчета экономической эффективности внедрения разработанного ленточного вычесывающего устройства за сезон чески

Показатели	Стандартный ручной гребень	Разработанное ленточное вычесывающее устройство
Начес пуха, кг/гол.	0,30	0,43
Количество очесанных коз за 8 часовую смену, гол.	11	25
Себестоимость чески, руб./гол.	64,73	49,61
Изменение себестоимости, руб./гол.	X	15,12
Удельные капиталовложения руб./гол.	22,73	81,59
Показатель снижения эксплуатационных расходов, %	X	23,35
Дополнительная прибыль, руб./устр.	X	1668,0

Выводы

1. Вычесывание пуха коз с использованием механических вычесывающих устройств представляет собой процесс обработки кожного покрова исполнителем с целью получения пухового волокна, являя частный случай сложной биотехнической системы «ЧМЖ», открытого типа.

2. Эффективность процесса вычесывания пуха зависит от степени механизации процесса, навыков исполнителя, физиологического состояния животного, качественного выполнения технологических операций. Рассмотрение каждой подсистемы «ЧМЖ» позволила предположить и обосновать перспективные направления по совершенствованию процесса, сгруппированные в три блока. Первый блок направлений – включает в себя разработку и совершенствование механических вычесывающих устройств с целью минимизировать усилия исполнителя и травмирование животного. Второй блок направлений – обеспечение функциональной надежности исполнителя и технологического оборудования. Третий блок направлений – оптимизация организации процесса вычесывания.

3. Теоретическое обоснование силового взаимодействия вычесывающих элементов с шерстно – пуховым покровом животного позволило выявить основные конструктивные и эксплуатационные параметры устройства и физико-механические параметры шерстного – пухового покрова влияющие на энергоемкость процесса вычесывания и качество его выполнения. К ним следует отнести: α – угол входа планок с вычесывающими элементами в шерстно-пуховой покров, d – диаметр вычесывающих элементов, $u_{аб}$ – абсолютная скорость движения вычесывающих элементов, P – усилие удержания пухового волокна в шерстно-пуховом покрове животного.

4. Предложенные методики и оборудование для их реализации позволили:

- определить усилие удержания пуха в шерстно – пуховом покрове животного;

- оценить качество работы исполнителя и устройства для вычесывания пуха;

- регистрировать энергетические затраты устройства на вычесывание.

5. Разработана конструкция механического устройства для вычесывания пуха у коз, состоящая из ведомого и ведущего валов, на которых натянута эластичная лента с закрепленными на ней планками с вычесывающими элементами. Расположение зубьев на планках по типу развертки винтовой линии позволяет равномерно обрабатывать шерстно-пуховый покров животного. Автоматический съема вычесанного пуха, скапливаемого на вычесывающих элементах, позволяет проводить процесс чески пуха без вынужденных остановок. Устройство оснащено ограничителями, предотвращающими травмирование кожного покрова животного.

6. Лабораторные исследования позволили получить математические зависимости описывающие сопротивление перемещению устройства для вычесывания, а так же потребляемую при этом мощность. В зависимостях отражены эксплуатационные параметры, что позволило получить оптимальные значения конструкционно – режимных параметров:

- угол вхождения вычесывающих элементов в шерстно-пуховой покров животного $\alpha = 32^{\circ} \dots 34^{\circ}$;

- диаметр вычесывающего элемента, $d = 2,2 \dots 2,3$ мм;

- абсолютная скорость движения вычесывающих элементов, $u_{абс} = 0,58 \dots 0,63$ м/с, скорость ленты механического ленточного устройства $v = 0,6$ м/с и скорость перемещения механического ленточного устройства по поверхности шерстно – пухового покрова козы $u = 0,01$ м/с.

Производственные испытания показали, что применение разработанной конструкции устройства способствует:

- увеличению сменной производительности исполнителей в среднем в 1,8...2,3 раза;

- увеличению начеса пуха на 20...30%;

- сокращению продолжительности процесса вычесывания пуха с 30...40 мин. (ручным гребнем) до 13...17 мин. (разработанным устройством).

7. Анализ экономической эффективности разработанного устройства показал, что себестоимость вычесывания снижается на 23%, эксплуатационные расходы снижаются на 23,35%. Удельные капитальные затраты на одно вычесывающее устройство увеличились с 22,73 до 81,59 руб/гол. Дополнительная прибыль на одно устройство составила 1668,0 руб, при средней нагрузке на исполнителя в 200 голов за сезон чески.

4. Обоснование технико-технологического процесса механической обработки кожного покрова КРС

4.1. Анализ механической обработки кожного покрова КРС

Наряду с правильным кормлением и поением животных большое значение для их продуктивности имеют санитарно-гигиенические условия содержания. Как правило, эти условия обеспечиваются не только наличием просторных, светлых, сухих и теплых помещений для содержания животных, но и тщательной чисткой и мойкой самих животных. По большей части эти работы выполняются в ручную, что является трудоемким процессом. Опыт ведущих предприятий по производству молока, показывает большую эффективность и значимость механизации работ по уходу за КРС.

Неповрежденный кожный покров благодаря наличию слоя ороговевшего эпидермиса служит физическим барьером от проникновения в организм микроорганизмов и паразитов.

Выделения сальных желез содержат белковые соединения и жир, покрывающие поверхность кожи и волосяной покров, придают им эластичность, гибкость и упругость, предохраняют кожу от высыхания, образования трещин.

При участии кожного покрова животные регулируют теплоотдачу, обеспечивая внутреннюю температуру тела на определенном уровне.

Полноценное функционирование кожи — обязательное условие устойчивости животного к факторам внешней среды, его здорового состояния и продуктивности. Уход за кожным покровом заключается в том, чтобы усилить основные функции кожи, что позволит обеспечить комплекс физиологических и биохимических свойств, определяющих общее состояние, обмен веществ, реакцию на внешние воздействия, способность к процессам регенерации, активность в выработке иммунитета и т. д.

Кожный покров регулярно загрязняется клетками эпидермиса, кожными выделениями, пылью, грязью и микроорганизмами. Эти загрязнения надолго задерживаются на кожном покрове, скапливаясь в складках и морщинах. Исследования показывают, что на 1 см² загрязненной кожи находятся десятки и сотни миллионов микроорганизмов, которые при нарушении целостности кожи и образовании на ней трещин могут попадать в кровь и вызывать различные заболевания [161, 302]. Отсутствие ухода за кожным покровом сопровождается частичной закупоркой потовых и сальных желез, раздражением кожи, зудом, снижением терморегуляторной функции кожи и нарушением обмена веществ в организме.

При плохом уходе за кожей на ней обнаруживают накожных паразитов – вшей, чесоточных клещей и власоедов. Отсутствие ухода сопровождается закупоркой потовых и сальных желез, раздражением кожи, зудом, снижением терморегуляторной её функции и нарушением обмена веществ в организме [349].

Содержание животных в плохих санитарных условиях приводит к загрязнению кожного покрова навозом и грязью, а также способствует возникновению инвазионных и воспалительных заболеваний. К инвазионной группе заболеваний относятся: тейлероз, анаплазмоз, арханоз, домедекоз, энтомоз, пироплазмоз и др. заразные болезни, возбудителями которых являются животные организмы (гельминты, паукообразные, насекомые и простейшие). Животные заражаются этими болезнями контактно (при соприкосновении здорового животного с больным, а также через предметы ухода), посредством кровососущих членистоногих (клещей). К группе воспалительных заболеваний относятся: мастит, миозит, экзема, дерматит, фурункулез и др. заболевания. Они возникают при неправильном содержании животных, плохом санитарно-гигиеническом состоянии кожного покрова, отсутствии систематической очистки кожи животных. Но при надлежащем уходе за кожей животного повышается общая сопротивляемость организма внешним воздействиям.

Исходя из вышеизложенного напрашивается вывод о необходимости регулярной механической обработки кожного покрова КРС. Полноценная механическая обработка позволяет освободить кожу от загрязнений, чешуек эпидермиса, выпавших волос, микроорганизмов и паразитов. Кроме того, при механическом воздействии на кожный покров (очистке) происходит массаж кожи, раздражаются рецепторы, освобождаются протоки потовых желез, повышается кровоснабжение и общий тонус организма.

Через механическое раздражение кожных рецепторов центральная нервная система рефлекторно перестраивает работу отдельных органов и организма животного в целом.

Нормализуется теплообмен, обмен веществ, на 10–15% повышается газообмен. И как результат перестройки (нормализации) обменных процессов у животных наблюдается улучшение аппетита, отмечается лучшая усвояемость питательных веществ из корма, повышается продуктивность. Так, в работах профессора Е.А. Богданова [58] отмечается, что у дойных коров при систематическом механическом воздействии на кожный покров (очистке) удои возрастают на 7–12%, при этом жирность молока увеличивается на 0,1–0,3 абс. %. По данным микробиологов Бакгауза и Конгейма, в 1 мл молока коровы с нечищеным кожным покровом насчитывается от 170 тыс. до 2 млн микробов, в то время как у коровы с чистым кожным покровом всего 20 тыс., а при систематической чистке животного их количество снижается до 3 тыс. микробов в том же объёме.

Проведя небольшой обзор санитарного состояния коровников и дойного стада в нескольких хозяйствах Оренбургской области, выявили, что практически у 90% животных в той или иной степени кожный покров загрязнён навозом, кормовыми остатками, соломой. Очистка кожного покрова животных ограничивается подмыванием вымени при машинном доении. Естественно, что такое положение не способствует интенсификации производства молока и повышению продуктивности животных, не полностью используется их генетический потенциал [356].

Кожный покров КРС требует регулярной сухой чистки от грязи, перхоти, пыли и других загрязнений кожного покрова.

Чистка имеет своим назначением освобождение от грязи, пыли, чешуек эпидермиса, выпавших волос, микроорганизмов и паразитов, а также открывание пор потовых и сальных желез, возбуждение нервных рецепторов и повышение общего тонуса организма. Благодаря очищающему и массирующему действию чистки улучшается кровообращение и питание кожного покрова и волос.

Уход за кожным покровом особенно важен в стойловый период, когда животные лишены естественных очищающих кожу факторов (дождь, ветер, солнце).

Чистят животных до кормления, так как чистка во время кормления беспокоит животных и приводит к плохому поеданию корма. Во время чистки в воздух выделяется значительное количество пыли и микроорганизмов, поэтому проводить ее стараются вне помещения. Коров чистят в загонах или на преддоильных площадках. При температуре окружающей среды ниже -15°C , в дождливую и ненастную погоду или при сильном ветре, чистку проводят в тамбурах или проходах. При этом рекомендуется открывать вентиляционные трубы и окна с одной стороны, не допуская сквозняков. В помещении коров чистят не позднее, чем за час до доения [161, 302, 349].

Чистка бывает ручной и механизированной. Для ручной чистки кожного покрова чаще всего используют жесткую волосяную щетку и набор металлических скребниц с тупыми зубцами для очистки щетки от грязи и особо загрязненных участков кожного покрова. Этот комплект, как правило, закрепляют за одной группой животных обслуживаемой одним человеком. Периодически комплект следует дезинфицировать в горячем щелоке, растворе креолина и пр.

Механизированная чистка (наименее распространена) осуществляется ручным, передвижным или стационарным пылесосом. В качестве рабочего

инструмента (насадки) используют щетки или металлические гребенки разных размеров. К преимуществам механизированной чистки относятся повышение производительности труда в 4-5 раз и гигиеничность. При пневматической чистке пыль, перхоть, микроорганизмы и выпавшие волосы не рассеиваются по территории фермы, а собираются в циклон.

4.2. Обработка кожного покрова КРС с позиции сложной биотехнической системы «человек – машина – животное»

Рассматривая механическую обработку кожного покрова КРС с позиций биотехнической системы «человек-машина-животное», можно выделить несколько отличительных моментов. Так, в отличие от процессов стрижки овец и вычесывания пуха у коз, механическое воздействие на кожный покров КРС не предусматривает получение конкретного продукта, а влияет опосредованно на продуктивность животного, и качество получаемого молока (в случае молочного животноводства). В зависимости от принятой на животноводческом предприятии технологии – обработкой кожного покрова занимается оператор машинного доения (подмывание и массаж вымени перед доением) или скотник. В некоторых случаях этот процесс осуществляется без участия человека (при использовании автоматических щеток), при этом качество обработки поверхности кожного покрова будет зависеть от «чистоплотности» конкретного животного. Отличительной особенностью функционирования биотехнической системы процесса механической обработки кожного покрова КРС, является тесное взаимодействие человека оператора и животного, которое зависит от эмоционального и физического состояния оператора, а также типа высшей нервной деятельности и анатомо–морфологических особенностей животного. А это означает, что взаимодействие между биологическими звеньями «человек-оператор» и «животное» будет более сложным, а на связи между звеньями будут влиять ряд факторов: окружающая среда, групповое

поведения животных, мотивированность звеньев и т.д.. Таким образом, вероятность P поведения этих звеньев будет нестабильной.

Представленные рассуждения по механической обработке кожного покрова КРС свидетельствуют о необходимости совершенствования процесса и технологического оборудования. Для обоснования направлений по совершенствованию процесса следует рассмотреть каждую из подсистем сложной биотехнической системы «Ч-М-Ж»

4.2.1. Подсистема «человек – оператор»

Как было отмечено выше, в преобладающем большинстве случаев механической обработкой кожного покрова КРС занимаются операторы машинного доения или скотники. В редких случаях (заболевание животных, бонитировка, ветеринарно-санитарная обработка) привлекаются зоотехники и ветеринары, которые в результате выполнения поставленных перед ними задач, дают рекомендации непосредственным исполнителям по вопросам механической обработки кожного покрова.

Труд оператора машинного доения коров представляет собой упорядоченную структуру увязанных по времени и технологии приемов и действий носящих скоординированный характер и для большинства случаев доведенных до автоматизма.

Трудовой деятельности оператора машинного доения посвящены многие исследования [35, 212, 365], рассмотрены вопросы технологических операций подготовки к машинному доению, проведен эргономический анализ трудового процесса [356], методы и приемы труда [55], пути повышения технологической надежности оператора [365], рассматривались вопросы реабилитации трудовой деятельности [79], разрабатывались тренажеры для обучения [144, 232]. Проводились исследования по оценке энергетических затрат на выполнение работы [183, 368].

Деятельность операторов машинного доения относится к тяжелому физическому труду [306] (см. рис. 1.7). По ряду объективных причин, условий технологического и организационного характера условный расход энергии оператором находится в пределах 1000...1500 кДж/ч, что приводит к нарушению выполнения технологических операций. Анализ хронометража показывает, что даже высококвалифицированные операторы после 2...2,5 часов непрерывной работы значительно нарушают технологию доения, снижают производительность, допускают грубые ошибки. Как управляющее звено биотехнической системы, оператор во многом определяет результаты производственной деятельности всего обслуживающего персонала животноводческого предприятия, что в целом определяет эффективность производства.

Механическая обработка кожного покрова, проведенная заблаговременно до начала машинного доения способствует снижению физической нагрузки на оператора (затраты на подмывание вымени, смену моющей жидкости и т.д), сокращению времени на обмывание, снижению бактериальной обсеменённости молока. Использование устройств для механической обработки способствует снижению трудоемкости ручных операций [309]. А комплексное решение вопросов профессиональной подготовки, улучшения условий труда [185], восстановления трудоспособности во многом позволяют повысить надежность человека, как управляющего звена биотехнической системы.

В случае, когда к механической обработке кожного покрова КРС привлекаются скотники – к факторам, определяющим эффективность функционирования системы в целом, относится квалификация (обязательны минимальные знания: по анатомии и физиологии животных, по особенностям поведения животных в группе и индивидуально), наличие механических устройств для проведения процесса, выполнение требований по технике безопасности при обслуживании животных, наличие вспомогательных или специализированных боксов для обработки [235].

4.2.2. Подсистема «машина»

Выше было определено, что подсистема «машина» наиболее управляемая и отличается стабильностью в работе. Технические средства для механического воздействия на кожный покров КРС не является исключением.

На современном этапе развития механизации технологических процессов в животноводстве – механическая обработка кожного покрова представлена очень скромно. В зависимости от принятого в хозяйстве способа содержания животных, технологии получения продукции, а так же финансового благополучия предприятия используются: ручные скребки – (рис. 4.1 а), щетки, щетки чесалки (рис. 4.1 б) и автоматические щетки чесалки для коров (рис. 4.1 в).



Рис. 4.1. Устройства для механической обработки кожного покрова КРС

Чаще всего на фермах используются скребки, щетки и щетки чесалки (80 – 85% хозяйств). Вследствие высокой стоимости автоматические щетки чесалки (рассчитаны на 25 – 40 голов обслуживаемого поголовья) используют при беспривязном содержании животных всего 5 – 8 % хозяйств.

Представленные устройства, на наш взгляд, не в полной мере отвечают требованиям и условиям механической обработки кожного покрова. Так, ручные скребки относительно доступны, легко обрабатываются дезинфицирующими средствами. Имея набор таких скребков, возможно очистить кожный покров животного лишь от загрязнений навозом и загрязнений растительного происхождения. Низкая прочность, неэффективность при удалении биологических объектов (клещей, пауков, микроорганизмов) не обеспечивают полноценную механическую обработку кожного покрова. Следует также отметить что использование таких скребков требует значительных затрат физической энергии исполнителя.

Щетки и щетки чесалки несколько дороже ручных скребков. Щетки используют для ручной чистки животных или для самообработки животными, они просты в использовании, но не эффективны при удалении эктопаразитов.

Щетки чесалки, устанавливаемые стационарно в животноводческих помещениях, очень трудоемко подвергать дезинфицированию и очистке. Кроме того, конструкция щеток чесалок не позволяет обработать более 50% поверхности кожного покрова.

Автоматические щетки чесалки получили большое распространение на животноводческих предприятиях за рубежом. В Российской Федерации стоимость одного устройства составляет 70 – 120 тысяч рублей, а обслуживает только 25...40 голов. При сложной экономической ситуации в хозяйстве эти устройства не покупаются и не используются. Помимо экономической составляющей, эти устройства сложны в техническом обслуживании – в частности очистка и дезинфекция щеточного барабана требуют значительных трудовых затрат. При обработке кожного покрова на

автоматических щетках чесалках в воздух попадают взвешенные частицы грязи, пыли, микроорганизмов, которые попадают в органы дыхания животного и приводят к заболеваниям. Но так же следует отметить, что животные довольно быстро привыкают к такому виду обработки и часто подходят к устройству.

Отдельно следует рассмотреть машины для проведения ветеринарно – санитарной обработки кожного покрова.

Как правило, в круг задач таких машин входят: гидроочистка, дезинфекция, дезинсекция, дератизация, очистка от пыли и грязи животноводческих помещений, а также мойка и ветеринарная обработка кожного покрова животных.

В СССР наибольшее распространение получили установки серии ДУК (дезинфекционная установка Комарова), ВДМ–2 (ветеринарная дезинфекционная машина), серия машин ЛСД, аэрозольные генераторы АГ, различные распылители [262]. Современная система технологий и машин для животноводства предусматривает 25 наименований технологических машин [280]. Но их преимущественное назначение – обработка помещений, территорий и инвентаря подвергшегося заражению.



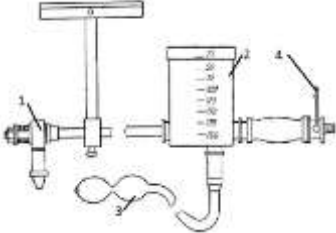
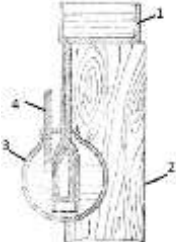

При благоприятной эпизоотологической обстановке на животноводческом предприятии эти машины и оборудование используют только 1 – 3 раза в год. Поэтому содержание перечисленных машин на ферме желательно, но нецелесообразно в виду их высокой стоимости. Их целесообразно иметь при ветеринарном управлении крупных сельскохозяйственных предприятий.

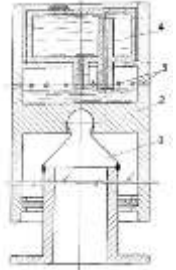
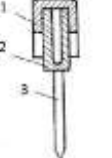
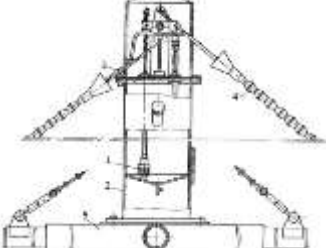
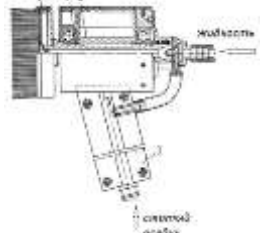
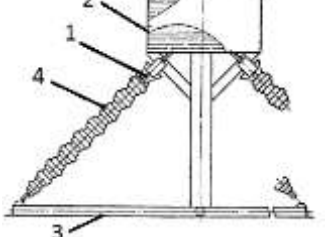
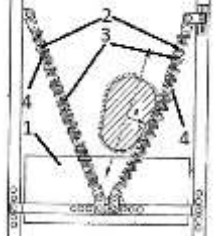
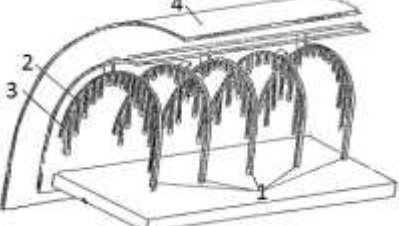
К преимуществам дезинфицирующих машин следует отнести высокую степень обработки – 90...95% поверхности кожного покрова подвергается воздействию распыляемых препаратов. Недостаток распыления в том, что органы дыхания животного не защищены от попадания аэрозольной взвеси, а это может привести к отравлению.

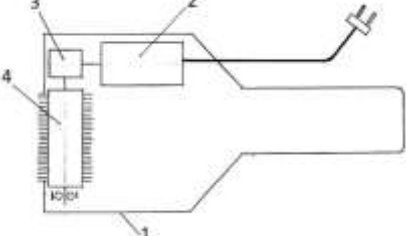
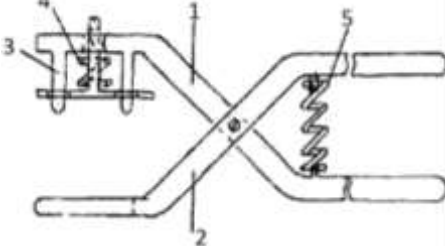
Актуальность обработки кожного покрова была отмечена еще в 50-х годах прошлого столетия. Различными авторами и научными коллективами разрабатывались устройства, отдельные узлы и механизмы оборудования для обработки кожного покрова.

В таблице 4.1. представлены характерные устройства для механической обработки кожного покрова, а ниже анализ этих устройств.

4.1. Устройства для механической обработки кожного покрова КРС

Авторы, № авторского свидетельства	Схема устройства	Позиции
1	2	3
В.Ф. Королев, В.П. Ларин, В.И. Губин АС № 99685 [31]		1. пылесборник 2. фильтр 3. шланг 4. насадка
А.А. Аливердиев, Л.Т. Апрельев АС №191745 [21]		1. опорная площадка 2. система трубопроводов с форсунками 3. насосная установка 4. трап подпружиненный
П.А. Зюляркин АС № 242579 [22]		1. распылитель 2. мерный цилиндр 3. шары Ридчарсона 4. кран
И.И. Сташевский АС № 310633 [24]		1. резервуар с раствором 2. столб 3. грушевидная камера 4. опрыскивающая насадка
Л.Ф. Розенберг, Г.М. Бузюк АС № 398230 [25]		1. корпус 2. ось 3. пластины с зубьями 4. упоры

1	2	3
<p>М.И. Бунчев, П.И. Хоренко АС № 587935 [26]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. шаровая опора 2. цилиндрический корпус 3. радиальные отверстия 4. резервуар с раствором
<p>И.Т. Якимов АС № 829066 [27]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. корпус 2. кассета 3. зубья
<p>В.А. Тищенко, В.В. Терещенко, В.И. Жизнев, И.В. Сальников АС № 862873 [28]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. насосная установка 2. резервуар с раствором 3. трос 4. насадки 5. опорная рама
<p>Н.П. Высокос, А.В. Довгополов, М.М. Карнаух АС № 906467 [29]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. рукоятка 2. щетка 3. ротор пневмодвигателя 4. полый вал
<p>И.А. Столяр, Л. Шор, И.А. Балан АС № 1214034 [9]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. трос 2. емкость с дезраствором 3. рама 4. полые распределит. валики
<p>В.Н. Андренко АС № 1625459 [15]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. кормушка 2. тросы 3. пучки жесткой щетины 4. винтовые пружины
<p>Г.В. Новикова, Н.В. Цугленок, В.Е. Зайцев, Ю.В. Колмаков АС № 1780731 [19]</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. дуговые электроды 2. стержневые дуги 3. свисающие цепи 4. экранирующий параболический цилиндр

1	2	3
Б.Ю. Максимов, А.К. Макаров [274]		1. корпус 2. эл. двигатель 3. редуктор 4. цилиндрическая щетка
Т.Н. Васильева, В.Г. Васильев, В.В. Васильев АС № 2438301 [227]		1. верхняя вилка 2. нижняя вилка 3. вычесывающие элементы 4. механизм самоочистки 5. пружина

В.Ф. Королев, В.П. Ларин и В.И. Губин [31] предложили устройство для пневматической чистки животных. Устройство представляет собой пылесос, соединенный посредством шланга с насадкой. Для предохранения кожного покрова от царапин насадка выполнена в виде трубки с закрытыми торцами и прорезью с зазубренными кромками. Зазубренные кромки образуют две гребенки, обращенные зубцами одна к другой. Преимущество предложенного устройства в том, что загрязнения удаляются в пылесборник, тем самым предотвращая загрязнение воздуха вокруг животного и обслуживающего персонала, а следовательно снижаются риски легочных заболеваний. К недостаткам этого устройство следует отнести невозможность проведения влажной чистки кожного покрова животного и недостаточно полное удаление загрязнений.

А.А. Аливердиев и Л.Т. Апрельев [21] для обработки кожного покрова инсектоакарицидными препаратами разработали устройство для опрыскивания животных. Устройство выполнено на базе прицепной тележки, что позволяет использовать его не только в стационарных условиях животноводческого помещения, но и в отгонно – пастбищных условиях. На торцевых сторонах тележки закреплены складные трапы для прохода животных через зону опрыскивания. Зона опрыскивания представляет собой систему вертикальных трубопроводов, в которых расположены

опрыскивающие форсунки. Жидкость для обработки в форсунки подается насосной установкой, включающейся автоматически при контакте животного с подпружиненным трапом. Недостаток конструкции – повышенный расход жидких инсектоакарицидных препаратов, а отсутствие защитного ограждения и сбора отработанного раствора ведет к загрязнению окружающей территории. Устройство не обеспечивает обработку 100 % поверхности кожного покрова.

Для ручной обработки кожного покрова животного жидкими препаратами П.А. Зюляркин [22] предложил устройство позволяющее наносить их дозированно в течение 40 – 45 сек. Использование для заполнения мерного цилиндра перепад давлений в резервуаре с жидкостью и мерном цилиндре. Используя шары Ричарсона, и создавая в мерном цилиндре избыточное давление, жидкий препарат через распылитель наносится на кожный покров животного. Недостаток конструкции в необходимости периодического заполнения мерного сосуда рабочим раствором и создание избыточного давления. Эти операции следует повторять 3...5 раз при обработке одного животного.

И.И. Сташевский [24] разработал конструкцию устройства для санитарной обработки животного дезраствором. Устройство представляет собой емкость с дезраствором установленную на столбе и соединенную с грушевидной камерой. Обработка происходит при чесании животного о грушевидную камеру, в результате чего из нее через насадку дезраствор попадает на кожный покров животного. К преимуществам устройства можно отнести энергонезависимость и дозированный расход дезраствора (ограничен объемом грушевидной камеры). Недостатки заключаются в неполноценной обработке кожного покрова, так как обрабатывается только та поверхность кожного покрова, которая контактирует с грушеобразной камерой и насадкой.

Скребок для чистки животных разработали Л.Ф. Розенберг, Г.М. Бузюк [25]. Его назначение – чистка коров от грязи. Скребок представляет собой

коробчатый корпус с шарнирно закрепленными пластинами. На пластинах имеются зубья. Для облегчения очистки зубьев, пластины установлены с возможностью поворота на оси. Авторы предлагают совместить работу скребка с отсасывающим устройством. Благодаря этому, загрязнения удаляются скребком и собираются в фильтре. К недостаткам этого скребка следует отнести повышенный расход воздуха, а следовательно не стабильную работу вакуумной системы.

Устройство, предназначенное для лечебной и профилактической самообработки животных дезраствором, предложили М.И. Бунчев и П.И. Хоренко [26]. Устройство состоит из цилиндрической емкости с дезраствором, установленной на неподвижной шаровой опоре. Непосредственная обработка происходит при контакте животного с поверхностью корпуса устройства. Рабочий раствор попадает на поверхность корпуса через радиальные отверстия соединенные через переливной патрубком с емкостью, за счет незначительного наклона всей конструкции. Энергонезависимость и минимальные затраты труда на обслуживания устройства – можно отнести к преимуществам этого устройства. Обработка менее 50% поверхности кожного покрова животного и повышенный расход рабочего раствора – недостатки этого устройства.

Совершенствовались и самые простые устройства, так И.Т. Якимов предложил гребенку [27] в которой предусмотрена замена зубьев кассетами. Это облегчает замену сломанных зубьев или всего комплекта зубьев в зависимости от степени загрязненности кожного покрова животного.

Развитие промышленного откорма КРС способствовало оборудованию откормочных площадок устройствами для санитарной обработки для кожного покрова без участия обслуживающего персонала. Так, коллектив М.А. Тищенко [28] предложил такое устройство. Устройство состояло из опоры, в которой размещалась насосная установка и резервуар для дезраствора. Подача раствора насосной установкой начиналась при контакте животного с рабочими тросами, на которые через дозатор подается

дезраствор. Основной недостаток такой конструкции заключается в том, что обрабатывается только тот участок кожного покрова животного, который непосредственно контактировал с тросом.

Н.П. Высокос, А.В. Довгополов и М.М. Карнаух разработали устройство для санитарной обработки животных [29], основу которой составляет гидропневматическая щетка, смонтированная на полом валу. В полый вал подается рабочий раствор, а за счет подачи сжатого воздуха к пневмодвигателю, осуществляется вращение щетки и раствор наносится на кожный покров животного. Недостаток этого устройства в необходимости компрессора для подачи сжатого воздуха и сложности самой конструкции щетки.

Устройство для санитарной самообработки животных предложили И.А. Столяр, Л.Я. Шор и И.А. Балан [9]. Устройство представляет упрощенную конструкцию предложенную коллективом М.А. Тищенко [28]. Отличается она особой конструкцией распределительных валиков, надеваемых на тросы. Это, по замыслу авторов, позволит снизить расход дезинфицирующей жидкости. Недостаток этого устройства в обработке ограниченной поверхности кожного покрова животного.

В.Н. Андриенко разработал устройство для чистки и почесывания животных [15]. Для повышения эффективности процесса предлагается у кормушки установить винтовые пружины, внутри которых разместить тросы с пучками жесткой щетины. Опуская голову в кормушку, животное контактирует с пучками жестких щетинок кожным покровом. У этого устройства несколько недостатков: с пучками щетинок контактирует не более 5...8 % поверхности кожного покрова; при растяжении пружины, между ее витками попадает волосяной покров животного и когда витки пружины соприкасаются, зажимается и волосяной покров животного, что вызывает у животного болевые ощущения.

Для повышения эффективности дезинфекции кожного покрова животного коллектив Т.В. Новиковой предложили устройство для

противоакарицидной обработки животных [19]. Использование устройства исключает применение любых дезинфицирующих растворов, что повышает экологичность устройства. Дезинфекция осуществляется путем равномерного воздействия на кожный покров животного электромагнитного поля высокой частоты. Недостаток устройства в сложности конструкции и обеспечивается только гибель возбудителей и кожных паразитов, но не их удаление с поверхности кожного покрова. Кроме того, необходимо регулирование дозы воздействия электромагнитного поля высокой частоты в зависимости от вида и возраста животного.

Разработанная Б.Ю. Максимовым и А.К. Макаровым щетка для ухода за животными [274] состоит из корпуса, на котором установлен электродвигатель, редуктор и цилиндрическая щетка. Щетка проста в использовании, но наличие токопроводящих частей делает ее небезопасной для животного и обслуживающего персонала. Кроме того, загрязнения с поверхности кожного покрова не эвакуируются, что приводит к увеличению в воздухе взвешенных частиц грязи, пыли, микроорганизмов и т.д.

Т.Н. Васильева и В.В. Васильев предложили устройство для чистки животных [227]. По мнению авторов, технический результат заключается в повышении эффективности очищения волосяного покрова и снижения болевых ощущений животного. Устройство состоит из корпуса в виде Х-образных пересекающихся вилок, скрепленных осями и механизма самоочистки. Зубья одной вилки входят в зазор между зубьями другой вилки, в результате чего происходит разрушение загрязнения. Прочесывая, таким образом, волосяной покров осуществляется чистка животного. К сожалению, это устройство сложно использовать, если длина волосяного покрова менее 5...6 см при обработке загрязненного участка не учитывается вид и степень загрязнения. Таким образом, очистка сводится к местному выщипыванию волосяного покрова, вызывая болевые ощущения у животного.

Проведенный анализ технических решений позволил нам составить классификацию устройств (рис. 4.2.).



Рис. 4.2. Классификация устройств для обработки кожного покрова КРС

Проведенный анализ, а также собственные исследования [329] позволили сформулировать основные требования, предъявляемые к устройствам для механической обработки кожного покрова КРС.

1. Устройство должно обеспечивать обработку максимальной площади поверхности тела животного за минимальное количество проходов. Трудоемкость выполнения этого процесса возникает из-за сложного рельефа обрабатываемой поверхности, поэтому для обеспечения удовлетворительной очистки требуется по несколько раз перемещать устройство по поверхности кожного покрова.

2. В зоне обработки кожного покрова обязательно должна быть аспирация. На поверхности кожного покрова находится определенная микрофлора (нормофлора и условно патогенная), органические, биогенные, стойловые, пастбищные, собственные загрязнения. При отсутствии аспирации, вокруг животного и обслуживающего персонала образуется воздушная взвесь из вышеперечисленных компонентов. При этом велика вероятность попадания в органы дыхания вредных для здоровья человека и животного частиц. Кроме того, взвесь отлагается на поверхности животноводческого помещения, элементах кормушек, что так же негативно сказывается на здоровье и иммунитете животного [267].

3. Усилие воздействия очищающих элементов устройства должно находиться в определенном диапазоне $F_{\text{бол.ощ.}} > F_{\text{устр}} > F_{\text{уд.загр}}^{\text{max}}$, где $F_{\text{бол.ощ.}}$ – усилие при котором достигается болевой порог чувствительности кожного покрова животного, Н; $F_{\text{устр}}$ – усилие воздействия очищающих элементов устройства, Н; $F_{\text{уд.загр}}^{\text{max}}$ – усилие удержания загрязнения на кожном покрове, Н.

4. Устройство должно быть универсальным для проведения сухой, влажной, комбинированной обработки (не только для очистки кожного покрова, но и для нанесения на поверхность кожи жидких ветеринарных препаратов – растворов, суспензий) при этом обеспечивая качественную обработку и минимальный расход жидкости. Как правило, для выполнения влажной обработки, в хозяйствах используют комплект оборудования или

несколько устройств. Очевидно, что большая часть из них (например, аэрозольные нагнетатели) будут интенсивно использоваться всего несколько раз в год, что в свою очередь требует дополнительных расходов на организацию хранения и обслуживания.

5. Для предотвращения распространения инвазионных заболеваний через технологическое оборудование для обработки кожного покрова, элементы устройства, контактирующие непосредственно с поверхностью кожи должны подвергаться санитарной дезинфекции при минимальных затратах труда.

4.2.3. Подсистема «животное»

Основным назначением КРС является производство мяса и молока. КРС относят к жвачным животным, с развитым пищеварительным трактом.

Коровы являются стадными животными. Внутри стада существует доминантная иерархия, которая устанавливается в ходе формирования группы путём столкновений между индивидуумами. Установленная иерархия более не меняется. Животные привыкают к соплеменникам, вылизывают друг друга и держатся поблизости [361, 369]. Иногда в группе появляется лидер без установки иерархии. Такой лидер может инициировать перемещение всего стада, обладая хорошим ощущением пространства и лучше запоминая окрестности [371].

Коровы общаются друг с другом с помощью запахов и феромонов, они способны распознать интересующую их особь среди довольно многочисленного стада. Обоняние позволяет им также ощутить эмоции соплеменников, особенно, если те напуганы или возбуждены. Постав головы также служит средством коммуникации. Таким образом, выражается основной настрой животного (подчинение, тревога, готовность обратиться в бегство или угроза). В среднем коровы треть своего времени пасутся, треть — пережёвывают жвачку и треть — отдыхают [361, 369].

Коровы издают мычание или рёв, которые могут выражать страдание (например, в случае запоздалой дойки), голод, жажду, призыв телёнка или соплеменника.

У коров боковое монокулярное и центральное бинокулярное цветовое зрение. Коровы видят на 360° вокруг своей оси. Не поворачивая головы, они не в состоянии увидеть, что находится позади них. Коровы чётко видят траву перед собой, но не различают удалённых деталей. Они лучше человека реагируют на мельчайшие движения. Для адаптации к смене освещения им требуется время.

В силу особенностей строения своего уха коровы обладают острым слухом. Они способны дифференцировать близкие по тембру звучания тоны, а также звуки высокой частоты (до 35 000 Гц). Их подвижные уши поворачиваются, чтобы лучше установить локализацию источника звука. Некоторые шумы могут повергнуть животных в панику [361].

У КРС хорошо развито обоняние: коровы ощущают запах аммиака в разведении 1:100000. Они хорошо улавливают как обычные запахи, так и феромоны, используя для этого свой вомероназальный орган. Быки, принюхиваясь, могут демонстрировать характерное движение — флемен. Определённый запах, как и звук, может вызвать у животных стресс [371].

Животные обладают болевой и термической чувствительностью. Наиболее чувствительны зоны, покрытые тонкой кожей: щёки, шея, горло, основание шеи, внутренняя поверхность бёдер, соски и вульва. Болевые рецепторы в большом количестве сконцентрированы внутри ноздрей и у основания рогов. Терморецепция позволяет коровам оценить температуру окружающей среды, влажность и скорость ветра [371].

Следует отметить что КРС – животные крупные, массивные животные, средний вес которых достигает 750 кг, (может варьироваться от 147 до 1363 кг). Поэтому при работе с ними требуется соблюдение особых правил по технике безопасности при работе с сельскохозяйственными животными [244].

4.2.4. Перспективные направления совершенствования процесса обработки кожного покрова КРС

Суммируя вышеизложенное по вопросу механической обработки кожного покрова КРС, а также принимая во внимание исследования [143, 316, 318, 335, 357] нами предложены основные перспективные направления по совершенствованию процесса (рис. 4.3.). Условно предлагается разделить эти направления на три группы.

Первая группа направлений – это направления по совершенствованию, оптимизации и разработке новых технических решений для механической обработки кожного покрова. С учетом требований к вновь создаваемым устройствам [47] следует принять во внимание, что привод активных рабочих элементов целесообразней всего делать комбинированным, используя при этом возможности технологического оборудования уже установленного на животноводческом предприятии.

При разработке новых технических средств желательно предусмотреть сбор (эвакуацию) загрязнений удаленных с поверхности кожного покрова. Это снизит риск попадания в органы дыхания животных и человека – оператора грязи, пыли, микроорганизмов и т.д., предотвратив тем самым возникновения воспалительных процессов в организме.

Безусловно, при обслуживании большого поголовья животных следует обратить внимание на возможность с помощью разрабатываемого устройства проводить санитарную или профилактическую обработку кожного покрова ветеринарными и дезинфицирующими препаратами, обеспечивая их минимальный расход.

Так как большая часть разрабатываемых устройств представляет собой ручной инструмент, то оптимизация массы устройства будет способствовать повышению производительности труда.



Рис. 4.3. Основные направления совершенствования процесса механической обработки кожного покрова КРС

Вторая группа направлений – повышение функциональной надежности двух звеньев системы ЧМЖ – «человека–оператора» и «машина». Бесперебойная работа технологического оборудования используемого для механической обработки кожного покрова КРС, сокращение затрат труда на подготовку, техническое обслуживание и возможность быстрой перенастройки оборудования под конкретный вид обработки (влажная, сухая, комбинированная) и физиологические особенности конкретного животного возможна только при обоснованных эксплуатационных режимах работы. А функциональная надежность оператора – заключается в сохранении в течение всего рабочего процесса четкого выполнения технологического алгоритма без нарушений.

Третья группа направлений – оптимизация организации процесса механической обработки кожного покрова КРС. Прежде всего, следует помнить о безопасности проведения процесса, обеспечение которой предупредит производственный травматизм, повысит культуру работы.

Использование устройств для физической реабилитации операторов – сократит временные затраты на восстановление у них физической энергии и функциональной надежности. Выработка оптимальных приемов работы позволит сократить продолжительность обслуживания одного животного и повысит качество выполнения операций. Способствовать этому может оперативный контроль качества за протеканием процесса механической обработки кожного покрова КРС.

Комбинированная обработка кожного покрова (сухая и влажная) способствует нормальному функционированию кожного покрова, интенсификации метаболических процессов в организме животного что, в конечном счете, сказывается на увеличении продуктивности.

4.3. Физико – механические свойства кожного покрова КРС и их значение при разработке технических средств

Кожный покров КРС (cutis) – представляет собой плотную и прочную наружную оболочку тела животного, в которой широко развиты кровеносная и нервная системы. Способность к проницаемости и развитость этих систем создают условия для образования внутренней среды. Вследствие постоянного контакта с постоянно изменяющимися факторами внешней среды (температура, свет, влажность, механические воздействия, электромагнитные, ультразвуковые и другие влияния) кожный покров имеет сложное строение и обладает высокой прочностью и большой упругостью (эластичностью). Коже свойственна пластичность, у нее хорошая регенеративная способность. В коже богатейшее рецепторное поле кожного анализатора. В таблице 4.2. приведены данные характеризующие кожу животных [45, 46].

4.2. Данные характеризующие кожу животных (по Ю.Т. Техверу)

Вид животных	Масса кожи, кг	% от массы тела	Площадь, дм ²	Толщина кожи, мм
Корова	20 - 40	6 - 7	380 - 620	3 - 4
Теленок		11 - 12		4,5 - 6
Овца	1,5 - 2,5	5 - 7,3	60 - 80	0,7 - 2
Лошадь	8 - 20	5	105 - 340	1 - 7

Толщина кожи у КРС неодинаковая в различных областях тела – от 2 до 6 мм. Пилярный слой занимает от 1/3 до 1/2 толщины кожи.

При разработке устройств механической обработки кожного покрова и для определения их конструктивно – режимных параметров работы необходимо иметь представления не только о физико-механических параметрах кожного покрова, но и систематизировать загрязнения на поверхности кожного покрова КРС с целью определения усилия их

удержания на различных участках кожного покрова. Результаты систематизации представлены на рис. 4.4.

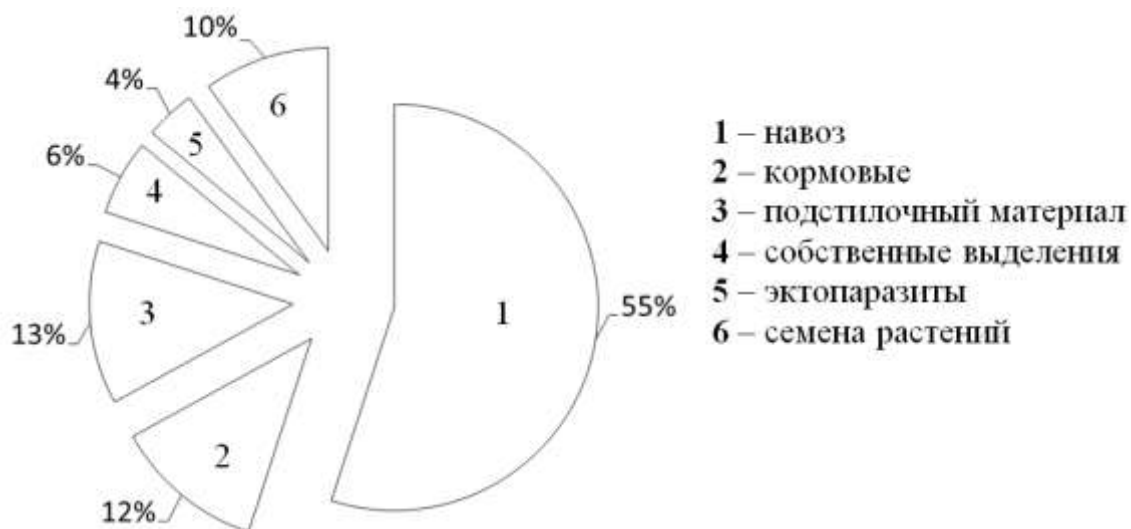


Рис. 4.4. Виды и структура загрязнений кожного покрова КРС

Для обеспечения максимальной очистки поверхности кожного покрова механическим очищающим устройством необходимо определить усилие удержания загрязнения $F_{уд.загр.}$ на поверхности. Для этого нами совместно с Л.Г. Нигматовым была разработана методика для определения $F_{уд.загр.}$, которая заключается в суммировании усилий прикладываемых для удаления загрязнения с определенной площади кожного покрова, результаты представлены на рис. 4.5.

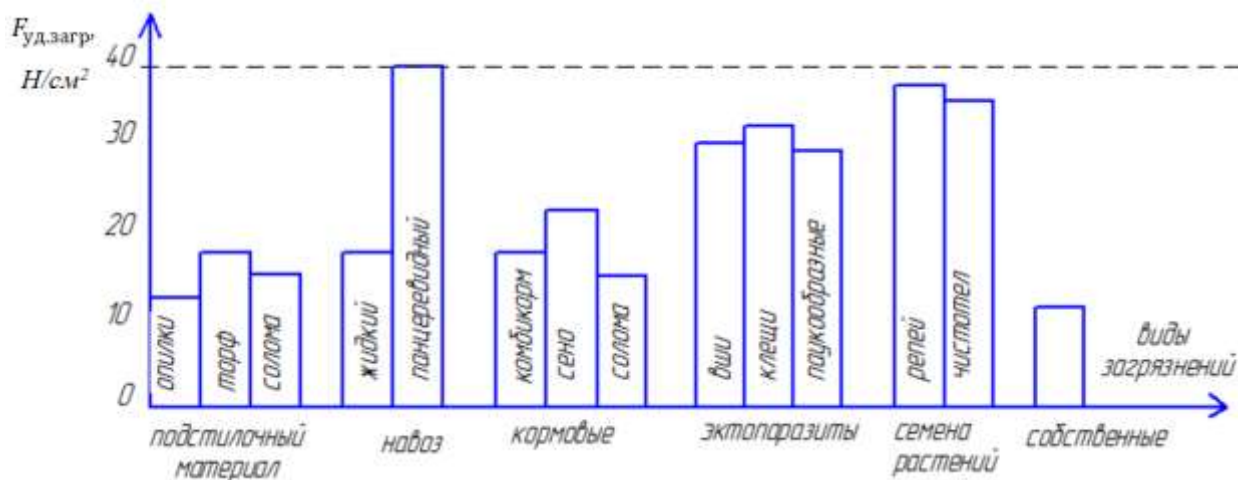


Рис. 4.5. Усилие удержания загрязнений на поверхности кожного покрова КРС (усредненные данные)

При исследовании мы выявили, что на различных участках тела животного величина $F_{уд.загр.}$ зависит от ряда параметров: толщины кожного покрова, густоты и длины волосяного покрова. Используя результаты В.И. Косилова, Г.И. Кульчумовой и А.А. Бахарева [53, 158, 178], а так же собственные исследования нами составлена карта загрязнений кожного покрова КРС (рис. 4.6.).

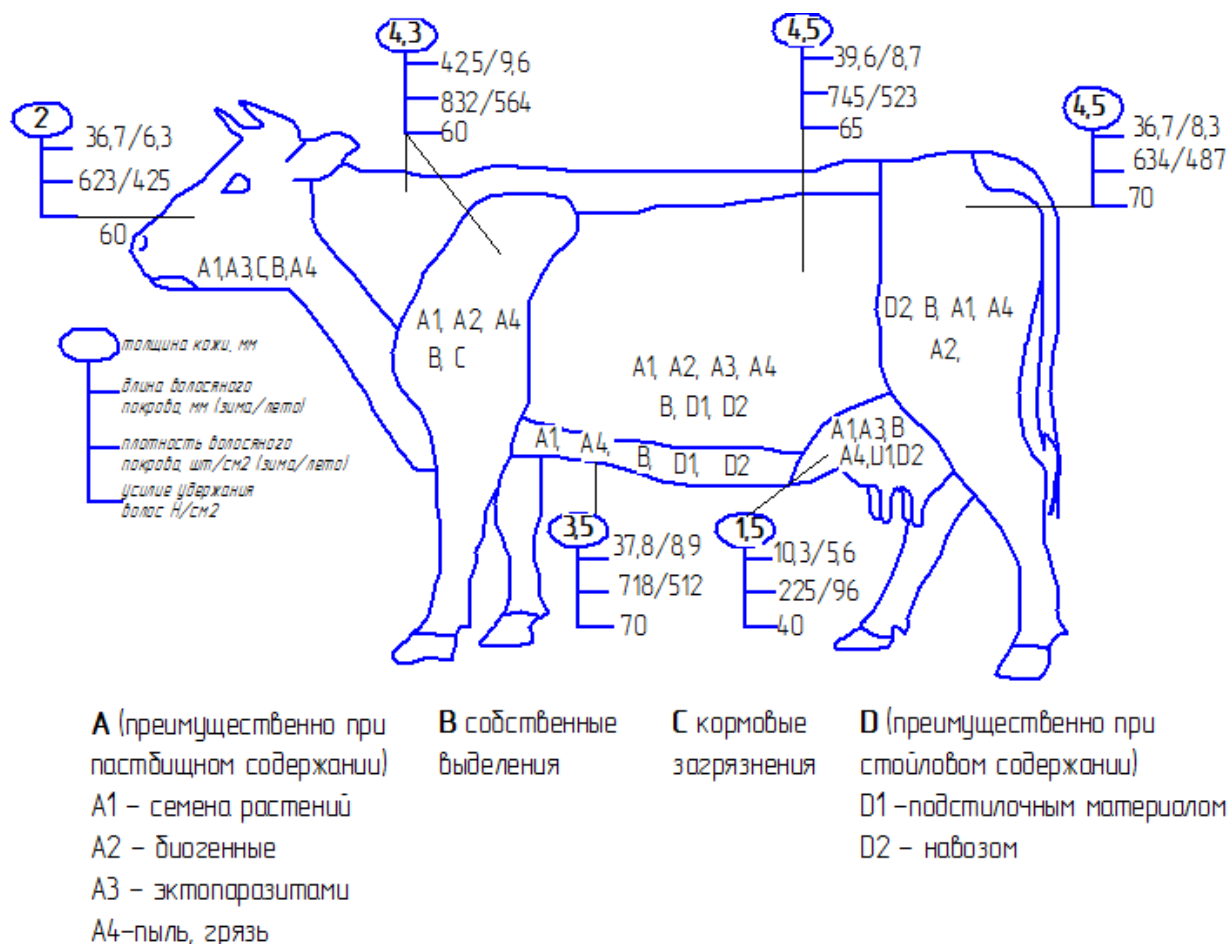


Рис. 4.6. Карта загрязнений кожного покрова КРС

Анализируя полученные результаты можно заключить, что большую часть загрязнений кожного покрова КРС составляет навоз (55%), при этом $F_{уд.загр.}$ находится в пределах от 15 до 40 Н в зависимости от влажности. Так же к трудно удаляемым загрязнениям следует отнести семена сорных растений $F_{уд.загр.} = 35...39$ Н.

Следует принять во внимание тот факт, что в процессе очистки кожного покрова ручными скребками животные испытывают болевые

ощущения, которые могут привести к стрессовому состоянию животного, а следовательно, повлиять и на его продуктивность.

Нами за болевой порог, при котором животное начинает испытывать болевые ощущения, принято усилие удержания волосяного покрова на 1 см^2 . Полученные результаты также отражены на рис. 4.6. и согласуются с результатами, полученными Д.Б. Клименко [150].

4.4. Обоснование силового взаимодействия очищающих элементов с кожным покровом КРС

Исходя из требований, предъявляемых к проектированию устройств для механической обработки кожного покрова КРС [143, 329], а так же учитывая проведенный анализ существующих устройств (раздел 4.2.2.) рассмотрим силовое взаимодействие очищающих элементов (ОЭ) с загрязнением на кожном покрове КРС.

В исследованиях В.Ф. Ужика, Д.Б. Клименко, Ю.Г. Иванова, А.Г. Лапкина [128, 129, 149, 299] отмечено, что при определенных воздействиях ОЭ на кожный покров, животное испытывает болевые ощущения, которые могут стать причиной стрессового состояния животного и повлиять на его продуктивность. Чтобы избежать этого необходимо выполнение условия, при котором силовое воздействие механического устройства будет меньше усилия, при котором возникнут болевые ощущения:

$$F_{\text{уд.загр}}^{\text{max}} \leq F_{\text{устр}} \leq F_{\text{бол.ощ.}}, \quad (4.1)$$

где $F_{\text{уд.загр}}^{\text{max}}$ – максимальное усилие затрачиваемое на удаление загрязнения с кожного покрова КРС, Н;

$F_{\text{устр}}$ – усилие, создаваемое механическим устройством при взаимодействии с кожным покровом животного, Н;

$F_{\text{бол.ощ.}}$ – усилие воздействия на кожный покров, при котором животное испытывает болевые ощущения, Н.

В своих исследованиях мы ввели ряд ограничений и допущений. Так, по результатам предыдущего раздела 4.3 выявили, что максимальное усилие удержания загрязнения на кожном покрове у панциревидного (засохшего на кожном покрове) навоза, следовательно удельное $F_{уд.загр}^{max} = (40...45) \cdot 10^4$ Па, а болевые ощущения начинают возникать при воздействии в 40 Н/см^2 в зоне вымени, и $60 \cdot 10^4$ Па на остальной поверхности кожного покрова. Так как, обработка вымени – одна из технологических операций машинного доения, ее выполняют дважды в день. Таким образом, усилие создаваемое устройством находится в пределах $(45...60) \cdot 10^4$ Па.

Примем допущение, что ОЭ с одной стороны жестко закреплен на вращающемся барабане механического устройства, тогда при взаимодействии с загрязнением на кожном покрове будут действовать силы (рис. 4. 6.): $F_{ОЭ}$ – усилие, создаваемое одним ОЭ, Н; $F_{тр}$ – сила трения ОЭ о загрязнение, Н; $F_{уд.загр.}$ – усилие удержания загрязнения, Н.

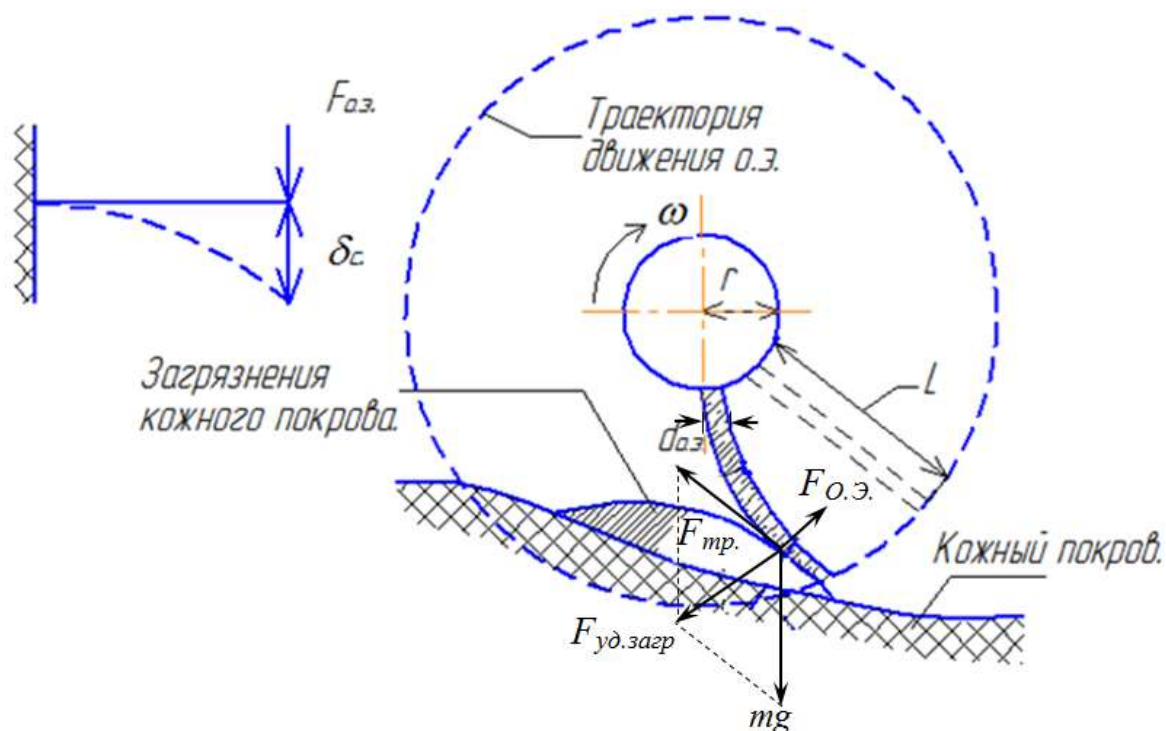


Рис. 4.7. Силы при взаимодействии очищающего элемента с загрязнением на кожном покрове КРС

Тогда, воспользовавшись теорией упругости [40, 41] при взаимодействии ОЭ с загрязнением можно определить величину прогиба ОЭ:

$$\delta_c = \frac{L^3 \cdot F_{0.э.}}{3 \cdot E \cdot J_x}, \quad (4.2)$$

где δ_c – прогиб очищающего элемента, м;

E – модуль упругости материала Па;

J_x – момент инерции очищающего элемента, м⁴; $J_x = \frac{\pi d_{0.э.}^4}{64}$

L – длина очищающего элемента, м.

$d_{0.э.}$ – диаметр очищающего элемента, м;

Следовательно усилие оказываемое одним ОЭ на загрязнение будет определяться по зависимости:

$$F_{0.э.} = \frac{\delta_c^3 \cdot E \cdot J_x}{L^3} \quad (4.3)$$

Допустив, что ОЭ вращается с определенной угловой скоростью ω , тогда при контакте с загрязнением он изгибается под действием силы упругости и на его конце возникает динамический удар, что способствует разрушению загрязнения на поверхности кожного покрова. Поверхность загрязнения разрушается, а изогнутый во время контакта очищающий элемент стремится занять свою первоначальную форму, т.е. выпрямляется, унося с собой частички разрушенного загрязнения. Динамический удар можно учесть используя динамический коэффициент удара:

$$k_d = \sqrt{1 + \frac{v_1^2 + v_2^2}{g \cdot \delta_c}}, \quad (4.4)$$

где v_1 – линейная скорость на конце очищающего элемента; м/с, $v_1 = \omega \cdot (L+r)$

v_2 – скорость перемещения механического очищающего устройства по очищаемой поверхности, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

r – радиус барабана, на котором жестко закреплены очищающие элементы, м.

Тогда с учетом преобразования можно получить усилие, создаваемое одним ОЭ:

$$F_{0.э.} = \frac{\delta_c 3E\pi d_{0.э.}^4}{64 L^3} \cdot \sqrt{1 + \frac{(\omega \cdot (L+r))_1^2 + v_2^2}{g \cdot \delta_c}} \quad (4.5)$$

Таким образом усилие, создаваемое механическим очищающим устройством можно рассчитать по формуле:

$$F_{устр} = F_{0.э.} \cdot n_{0.э.}, \quad (4.6)$$

где $n_{0.э.}$ – количество очищающих элементов необходимое для удаления загрязнения, $n_{0.э.} = \frac{F_{уд.загр}}{F_{0.э.}} K_3$;

K_3 - коэффициент запаса, принимаем $K_3 = 1,1$.

Таким образом, расчет силового взаимодействия сводится к определению и подбору параметров очищающего устройства: материала изготовления ОЭ, диаметра и длины ОЭ, диаметра барабана, угловой частоты вращения, количества ОЭ, задаваясь режимными параметрами: скоростью перемещения устройства по очищаемой поверхности, величине прогиба ОЭ [142].

Проведенные теоретические исследования позволили определить, что при изгибе очищающего элемента $\delta_c=2$ мм, выполненного из полиэтилена $E=300$ МПа, диаметром $d_{0.э.}=0,5$ мм, длиной $L=15$ мм, вращающегося с угловой скоростью $\omega = 250$ рад/с⁻¹, усилие создаваемое устройством $F_{устр}$ составит 52 Н/см² при пороге болевых ощущений в $60 \cdot 10^4$ Па, т.е. процесс очистки кожного покрова КРС будет для животного безболезненным.

Основываясь на теоретических исследованиях, нами предложена конструкция универсального устройства для обработки кожного покрова животных [329, 330].

Устройство (рис. 4.8.) состоит из двух основных частей: пылегрязесборника **12** и насадки **2**, которые соединены между собой гибким гофрированным шлангом и при необходимости – гибким трубопроводом (для влажной обработки и нанесения жидких ветеринарных препаратов). Пылегрязесборник представляет собой резервуар, внутри которого расположен фильтр, улавливающий загрязнения и жидкость. На его крышке

устанавливается емкость, при работе устройства в режиме влажной очистки или при нанесении ветеринарных жидкостей, она заполняется соответствующим раствором.

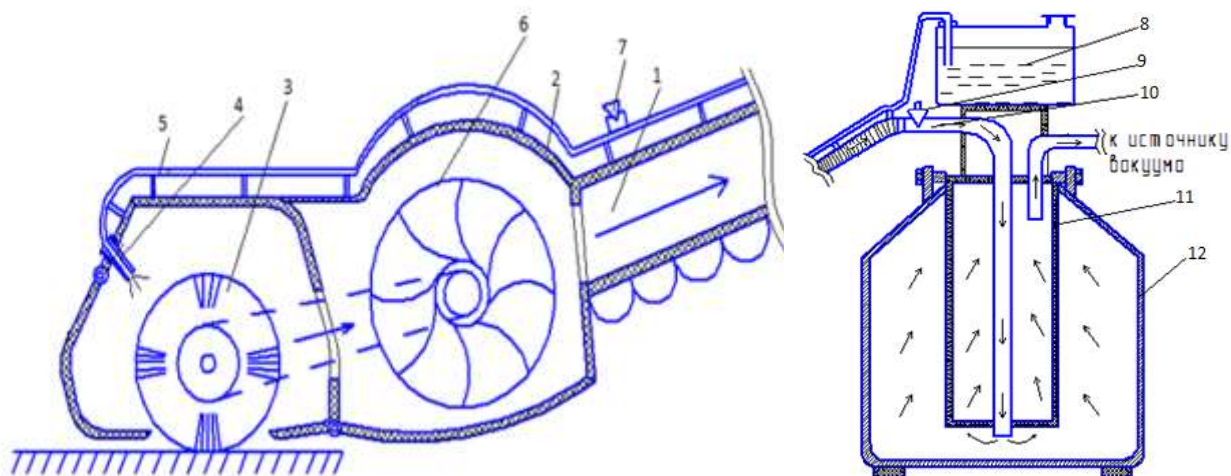


Рис. 4.8. 1 – рукоятка насадки – воздушный патрубок, 2 – насадка, 3 – гибкий вал с очищающими элементами, 4 – распылители, 5 – гибкий трубопровод подачи раствора, 6 – лопастной ротор, 7 и 9 – запорная арматура, 8 – емкость с раствором, 10 – всасывающий патрубок, 11 – фильтр, 12 – пылегрязесборник

Насадка 2 условно разделена на две камеры. В первой камере установлен лопастной ротор 6 вращающийся под действием вакуума. Во второй камере установлен гибкий вал 3 с насаженными на него секционными, сменными очищающими элементами. Очищающие элементы фиксируются на гибком вале, привод которого осуществляется от лопастного ротора посредством ременной передачи. Также во второй камере находятся и распылители 4, раствор в них подается за счет разности давления по гибкому трубопроводу. Гибким вал 3 выполнен, с целью более полного копирования рельефа кожного покрова, что в несколько раз повышает качество очистки.

Работает устройство от источника вакуума (вакуумная система доильной установки). За счет разрежения создаваемого в камере с очищающими элементами - загрязнения, отшелушившиеся частички эпидермиса, микроорганизмы, эвакуируются по гофрированному шлангу в пылегрязесборник, тем самым предотвращая образование вредной для

органов дыхания воздушной взвеси. Усилие воздействия на кожу животного регулируется запорной арматурой 9, что позволяет изменять частоту вращения гибкого вала. Кроме того, регулируется выступ очищающих элементов, что позволяет настраивать устройство на тот или иной режим работы.

Запорной арматурой 7 осуществляется регулирование подачи рабочего раствора во вторую камеру насадки, согласно рекомендациям ветеринарных специалистов. В режиме сухой чистки или массажной обработки – достаточно перекрыть запорную арматуру 7.

Для предотвращения распространения инвазионных заболеваний через разработанное устройство, его элементы контактирующие непосредственно с поверхностью кожи являются сменными. При минимальных затратах времени – менее одной минуты, в корпусе насадки осуществляется замена гибкого вала, сам гибкий вал и основные части устройства могут подвергаться санитарной дезинфекции одновременно с доильными аппаратами.

Важным фактором своевременной обработки кожного покрова животных на предприятии является доступность водоснабжения и достаточный кредит колодцев или скважин. Для обеспечения своевременного водоснабжения нами в соавторстве с В.И. Квашенниковым были предложены установки для подъема воды [220, 221], использование которых позволяет добывать воду с больших глубин при меньших затратах.

4.5. Лабораторные и производственные исследования предложенных решений

Для подтверждения и уточнения теоретических зависимостей проведены экспериментальные исследования. Они проводились в лабораторных и производственных условиях, включали в себя изыскания по определению энергетических и эксплуатационных параметров работы

разработанного универсального устройства для механической обработки кожного покрова КРС.

Исследования состояли из нескольких этапов.

На первом этапе была поставлена задача по определению усилия удержания загрязнений на поверхности кожного покрова животного и усилия, при котором животное начинает испытывать болевые ощущения.

На втором этапе исследований необходимо было оценить возможность использования разработанного устройства на животноводческом предприятии, оборудованном доильной установкой. Для этого в лабораториях кафедры «Механизация технологических процессов в АПК» Оренбургского государственного аграрного университета и отдела биотехнических систем Оренбургского научного центра УрО РАН разработаны методики и стенд для определения энергетических, эксплуатационных параметров и оценки качества работы устройства в лабораторных условиях.

На третьем этапе реализовав оптимальные конструктивные и эксплуатационные параметры, полученные на втором этапе, в устройстве – были проведены испытания в производственных условиях. Цель испытаний – подтвердить работоспособность и эффективность использования устройства, а также определить реакцию животного при его использовании.

Производственные исследования проводились в хозяйствах Оренбургской области: ООО «Правда» Грачевского района, ООО «Колганское» Александровского района. Условия проведения производственных исследований отражены в табл. 4.3.

Для получения данных об усилии удержания различных загрязнений на поверхности кожного покрова нами разработана методика и устройство, по аналогии с методикой определения усилия удержания пухового волокна в шерстно – пуховом покрове козы (раздел 3.3).

4.3. Условия проведения производственных исследований.

Место испытаний	Порода животных	Количество групп	Животных в группе	Время проведения
ООО «Правда»	Красная степная	2	5	Июль – сентябрь 2013 – 2014
ООО «Колганское»	Красная степная, Симентальская	4	10	

Нами предложено устройство для определения $F_{уд.загр.}$ (рис. 4.9). Оно состоит из скребка *1*, динамометрического блока *2*, интегрального регистрирующего блока *3*.

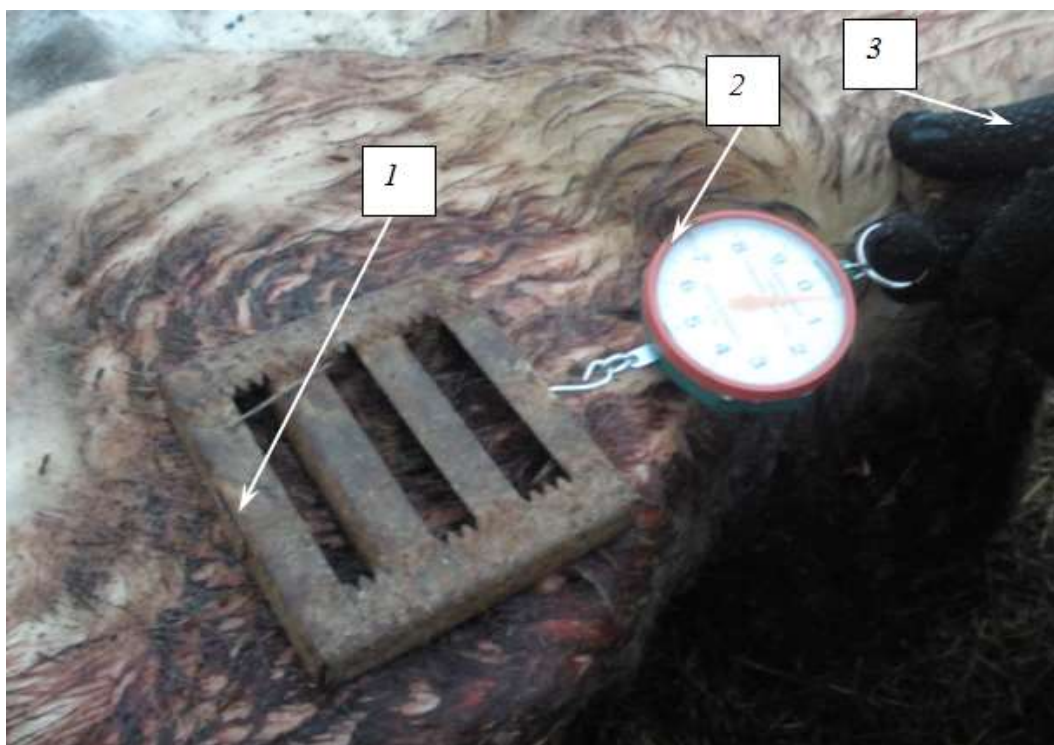


Рис. 4.9. Устройство для определения усилия удержания различных видов загрязнения на кожном покрове КРС

Методика заключается в следующем: предварительно определяется площадь загрязнения, затем устройство закрепляется на руке оператора – исполнителя, определяются начальные значения динамометрического и регистрирующего блоков, затем скребок *1* подводят к загрязнению и

начинают вычесывающие движения до полного удаления загрязнения с поверхности кожного покрова. Усилие при каждом движение фиксируется динамометрическим блоком 2 и регистрируется суммирующим блоком 3. Исследования проводились для различных видов загрязнений, на различных участках кожного покрова.

Зная площадь очищаемой поверхности и усилие, затраченное на удаление загрязнения, можно определить усилие удержания загрязнения на кожном покрове животного:

$$F_{\text{уд.загр.}} = \frac{\sum F}{S}, \quad (4.7)$$

где $\sum F$ – суммарное усилие, затраченное на удаление загрязнения (определялось по показаниям интегральным регистрирующего блока), Н;

S – площадь очищаемой поверхности, см²;

Результаты этих исследований представлены на рис. 4.5. раздела 4.3.

Усилие, при котором животное испытывало болевое ощущение, определяли с помощью динамометрического блока 2 (рис. 4.10.) Для этого, с помощью зажима 1 фиксировался пучок волосяного покрова с площади 1 см², к зажиму прикладывалось усилие до момента когда животное начинало реагировать на этот раздражитель или до момента отрыва пучка волос от поверхности кожного покрова животного.

Результаты исследований приведены на рис. 4.6. раздела 4.3.

Для решения задач второго этапа исследований возникла необходимость в качественной оценке работы разработанного устройства в зависимости от различных конструктивных параметров. В лабораторных условиях эта задача решалась просто. Образцы кожного покрова, предварительно очищенные от загрязнения, взвешивали с точностью до 0,1 грамма на электронных лабораторных весах СВХ-12КН, высокого класса точности (II), фиксировали массу M_0 . Затем на образцы наносили загрязнения влажностью от 60 до 80 % (что соответствовало влажности навоза), образцы высушивали в течение 2 суток, при этом наблюдалось образование панцерного налета, аналогичного естественному загрязнению.



Рис. 4.10. Определение усилия, при котором животное испытывает болевые ощущения

Образцы с загрязнением после высушивания подвергали повторному взвешиванию, фиксировали массу M_1 . На следующем этапе образцы очищали с помощью разработанного универсального устройства, после каждого прохода образец взвешивали (m_{21} , m_{22} , m_{23}).

Количественную оценку проводили с помощью коэффициента:

$$K_i = 1 - \frac{m_{2i} - m}{m_1 - m_0}, \quad (4.8)$$

где m_0 – масса чистого образца, кг;

m_1 – масса загрязненного образца, кг;

m_{2i} – масса образца после i – того прохода универсального устройства, кг;

K_i – коэффициент качества обработки после i – того прохода универсального устройства.

Коэффициент качества обработки K_i находится в пределах от 0 до 1. Чем выше показатель, тем более качественно очищена поверхность от загрязнения.

Для определения расходных характеристик привода разработанного устройства, а так же на предмет возможности его использования на доильных установках разработан стенд (рис. 4.11), позволяющий определять величину вакуума в рабочей камере устройства, частоту вращения вала, объем воздуха затраченного на привод вала устройства на холостом и рабочем ходу.

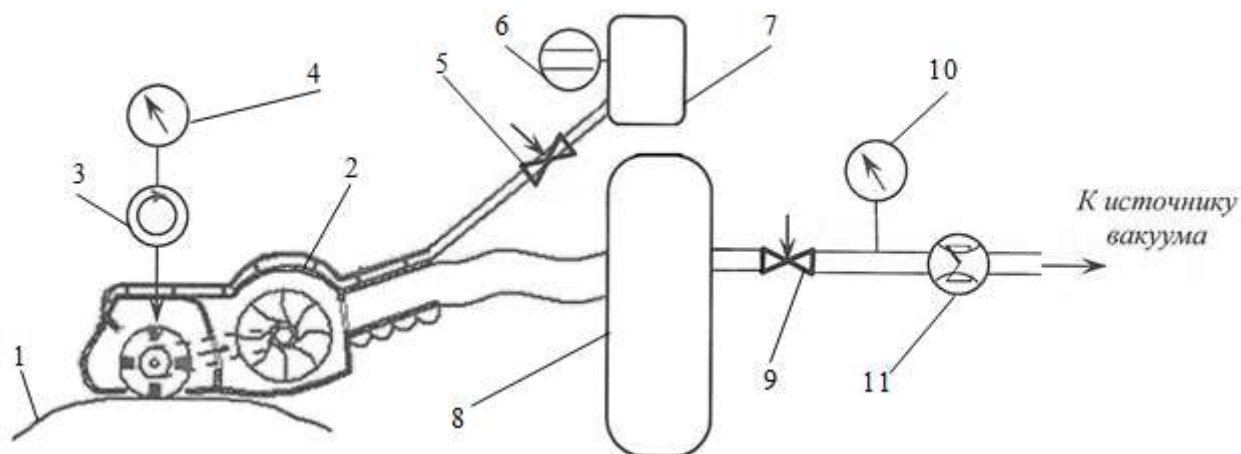


Рис. 4.11. Схема стенда для определения расходных характеристик устройства. 1 – обрабатываемый образец, 2 – устройство, 3 – электронный тахометр, 4, 10 – вакуумметры, 5, 9 – краны, 6 – указатель уровня жидкости в емкости, 7 – емкость с жидкостью, 8 – пылегрязесборник, 11 – интегрирующий расходомер.

Стенд работает следующим образом. Используя кран **9**, устройство подключают к источнику вакуума через интегрирующий расходомер **11**. При этом регистрируется величина давления на вакуумметрах **10** и **4**. За счет разряжения в камере с турбиной – турбина вращается и передает вращение на гибкий вал устройства. Электронным тахометром определяется частота вращения гибкого вала. При достижении валом постоянной частоты вращения (показания эл. тахометра не изменяются), регистрируются показания всех приборов, на холостом ходу, продолжительность каждого режима 3 минуты. Каждые 30 секунд фиксировали показания расходомера. Затем, опыт повторяли, обрабатывая образец. Открывая кран **5**, отмечали расход жидкости в емкости по показателю уровня **6**. Исследования проводили с трехкратной повторностью. Для статистической обработки

использовали усредненные данные, разброс данных не превышал 5%. Исследования показали, что расходные характеристики не значительно зависят от диаметра очищающих элементов, их количества на гибком валу и материала изготовления.

Для проведения исследований были использованы следующие приборы и оборудование: электронные лабораторные весы СВХ-12КН; штангенциркуль ШЦ-250-0,05; электронный тахометр digital photo tachometer; цифровую фотокамеру «Canon Power Shot A 520»; - вакуумметры ВК-60; - расходомер воздуха Shlumberger. Время работы устройства фиксировали на цифровой фотокамере.

Общий вид стенда представлен на рис. 4.12

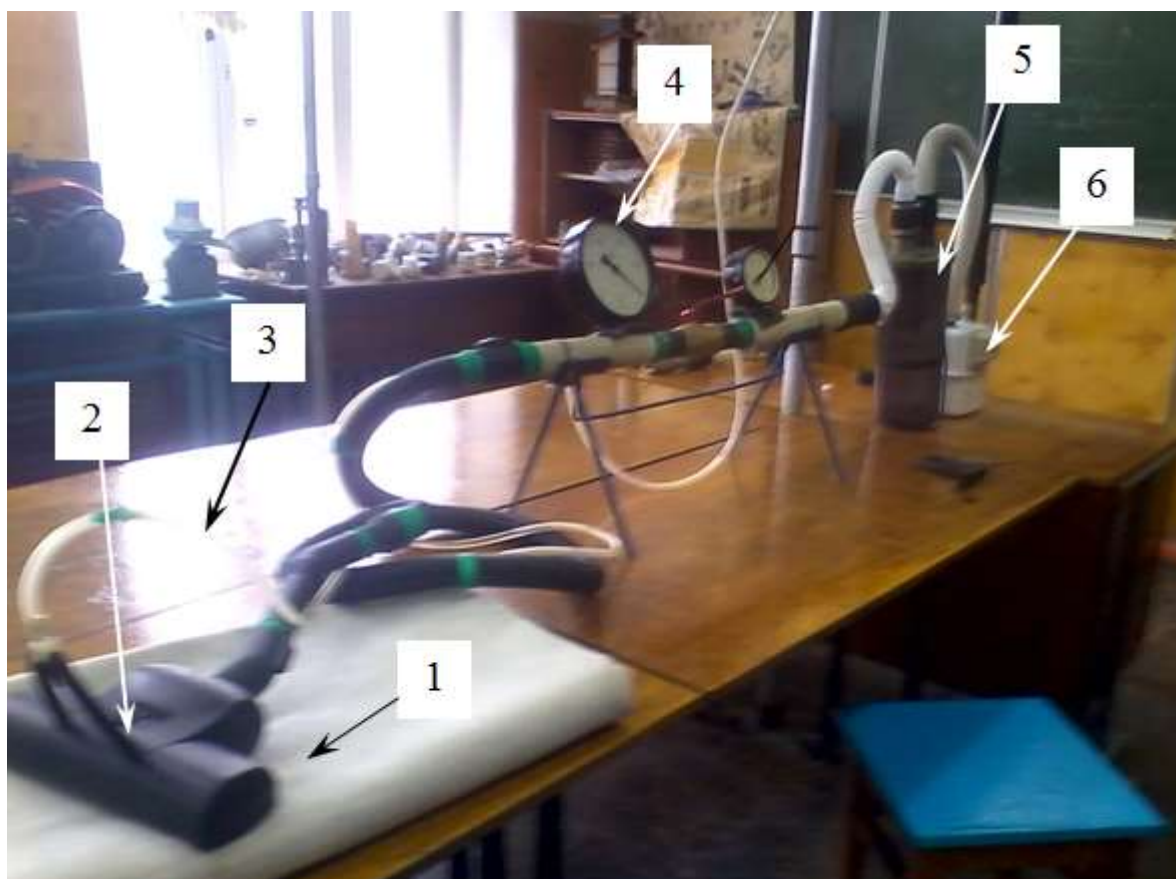


Рис. 4.12. Общий вид стенда для определения расходных характеристик устройства. 1 – обрабатываемый образец, 2 – устройство для исследования, 3 – регулятор подачи жидкости, 4 – вакуумметр, 5 – пылегрязесборник, 6 – расходомер.

Для определения затрат энергии исполнителя и качества работы устройства использовали стенд описанный в главах 2 и 3, проведя небольшую доработку.

На стенде (4.13) определяли затраты энергии исполнителя на различных эксплуатационных режимах, изменяли также и конструктивные параметры: материал очищающих элементов, их количество на гибком валу устройства, а также моделировали усилие прижатия устройства к обрабатываемой поверхности (величину прогиба очищающих элементов δ_c). Для работы использовались расходные характеристики устройства, полученные ранее (частоту вращения гибкого вала устройства, величину вакуума, расход воздуха).

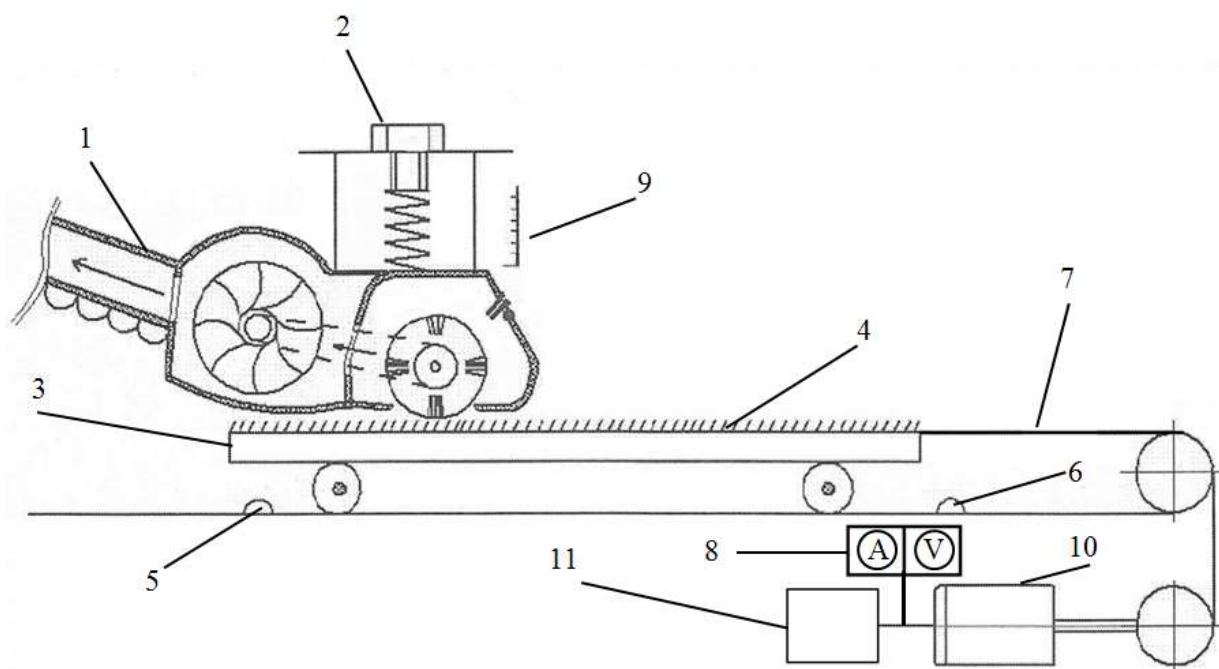


Рис. 4.13. Стенд для определения энергетических параметров и качества работы устройства. 1 – устройство, 2 – фиксатор устройства с регулятором усилия прижатия, 3 – каретка с фиксатором образца, 4 – обрабатываемый образец, 5 и 6 – начальный и конечный выключатели, 7 – тонкий трос, 8 – измерительно-фиксирующий блок, 9 – измерительная рейка, 10 – управляемый эл. двигатель, 11 – преобразователь частоты

В стенде реализована возможность регулирования следующих эксплуатационных параметров: скорости перемещения по каждому покрову животного, усилия прижатия устройства к обрабатываемой поверхности,

величины вакуума и расхода воздуха (таким образом регулировалась частота вращения вала с очищающими элементами). Для исследований на стенде изменялись конструктивные параметры устройства: длина, диаметр, материал очищающих элементов. Выходными параметрами, полученными на стенде, были затраты мощности N на перемещение устройства по обрабатываемой поверхности и коэффициент качества обработки K_i .

Стендовые исследования осуществлялись по алгоритму: заранее подготовленный образец **4** с нанесенным загрязнением крепился на каретке **3**; каретку с образцом перемещали с помощью электродвигателя **10**, включение и отключение которого управлялось начальным и конечным выключателем **5** и **6**; частотный преобразователь **11** позволял регулировать скорость перемещения каретки **3**; измерительно – регистрирующий блок **8** фиксировал затраты мощности на перемещение каретки; устройство **1** фиксировали, подводили под него каретку с обрабатываемым образцом, по измерительной рейке **9** устанавливали усилие прижатия устройства к обрабатываемой поверхности, и подключали устройство к источнику вакуума; включали эл. двигатель **10**, в результате чего происходила обработка образца устройством.

Обработанный образец согласно описываемой методике взвешивали и повторно фиксировали на каретке. Каждый образец обрабатывали трижды.

По разности показаний измерительно – регистрирующего блока на рабочем и холостом ходу – определяли затраты мощности на перемещение устройства по обрабатываемой поверхности. Качество обработки оценивали по описанной выше методике.

На третьем этапе исследований после обработки результатов лабораторных исследований изготовленный натуральный образец универсального вычесывающего устройства был подвержен исследованиям в производственных условиях (рис. 4.14.). Целью производственных исследований было определение работоспособности предложенного универсального устройства, реакции животного на механическую обработку

его кожного покрова. Следует отметить, что в производственных исследованиях были использованы оптимальные конструктивные и режимные параметры устройства, полученные после проведения лабораторного этапа исследований.



Рис. 4.14. Проведение производственных исследований универсального устройства для механической обработки кожного покрова

Производственные исследования включали в себя две стадии.

Первая стадия – отбор животных и формирование двух групп. Животных отбирали по возрастным параметрам, лактации, продуктивности, составу молока. В частности отбирались животные 3 и 4 лактаций, с суточным удоем 12 – 13 кг молока, жирность молока 3,5 – 3,6 %. Всего было отобрано 10 животных, они были разделены на две группы по 5 голов. Контрольная группа коров обслуживалась согласно принятой на животноводческом предприятии технологии. У опытной группы животных – кожный покров подвергался механической обработке разработанным устройством ежедневно на первой неделе, и три раза в неделю на второй. И два раза на третьей.

Вторая стадия – сбор данных по двум группам животных. Ежедневно фиксировались значения продуктивности каждого животного, жирность полученного молока (использовали прибор «Клевер – 2»), делались пробы на микробное обсеменение молока (использовали резазуриновую пробу). Жирность полученного молока и пробу на микробное обсеменение определяли согласно рекомендациям и требованиям [61, 92, 93, 94, 116, 146].

Условия проведения для обеих групп животных были одинаковые – кормление, моцион, условия содержания и доения. Для итоговых сравнений эффективности применения устройства для механической обработки кожного покрова были выбраны показатели: суточный удой (по группе), жирность молока (по группе), бактериальная обсеменённость молока (по группе).

4.6. Результаты исследования предложенных решений

Данные полученные в результате исследований обрабатывались методами вариационной статистики при использовании программных продуктов MathCAD 14, Microsoft Office Excel 2010, Statsoft STATISTIKA 10 [74, 76, 81, 82, 103, 115, 117, 132, 177, 228].

Согласно программе экспериментальных исследований, на первом этапе, в производственных условиях были проведены эксперименты по определению усилия удержания загрязнений на кожном покрове животного, а так же определена реакция животного на предмет предела болевой чувствительности. Исследования проводили на животных породы красная степная и симментальская. Результаты этих исследований подробно изложены в разделе 4.3 и представлены на рис. 4.4, 4.5, 4.6. Эти результаты позволили провести анализ силового взаимодействия очищающего элемента с загрязнением на кожном покрове и самим кожным покровом животного, что и позволило разработать универсальное устройство для механической обработки кожного покрова животного [329, 369].

Второй этап был посвящен исследованию работы предложенного устройства.

Определена зависимость расхода воздуха Q устройством в зависимости от величины вакуума P в камере турбины устройства (рис. 4.15). Аппроксимация данных этого эксперимента позволила получить полиномиальную кривую (на рис. 4.15 изображена штриховой линией) и полином третьей степени:

$$Q = 0,0013 - 2P \cdot 10^{-8} + 9P^2 \cdot 10^{-13} - 2P^3 \cdot 10^{-17}, \quad (4.9)$$

где Q – расход воздуха, м³/с;

P – величина вакуума, Па.

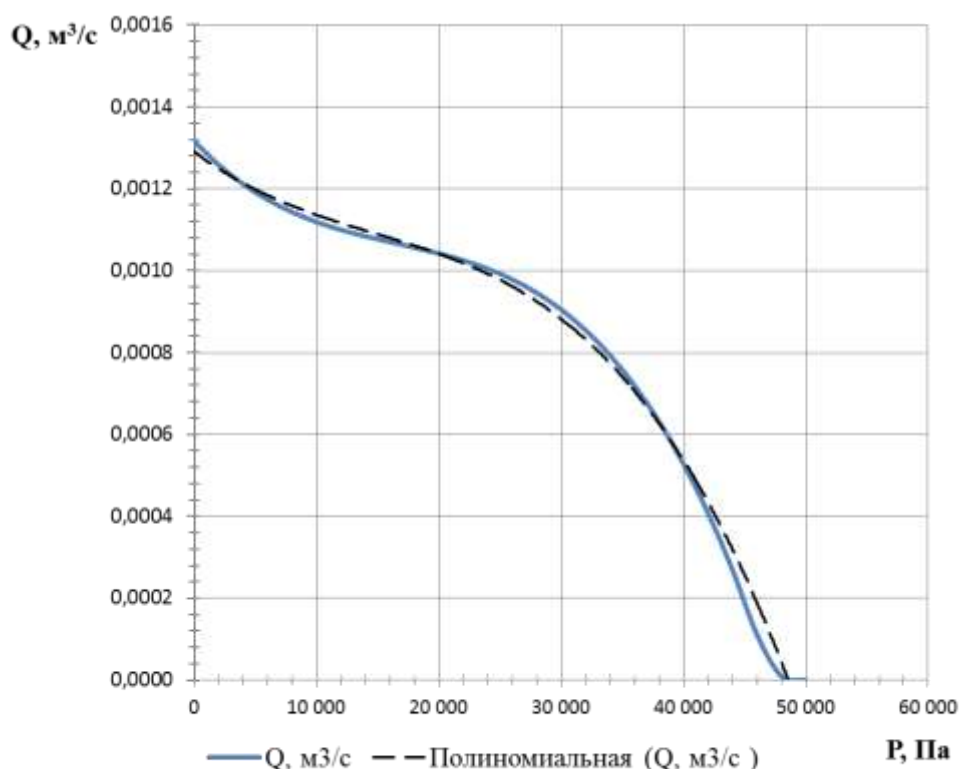


Рис. 4.15. Зависимость расхода воздуха устройством от величины вакуума в рабочей камере

Второй важный параметр – частота вращения рабочего вала устройства в зависимости от расхода воздуха Q и вакуума P .

Рабочий вал устройства начинал вращаться только при расходе воздуха $Q > 0,55 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ и величине вакуума $P < 39000 \text{ Па}$. Регрессионный анализ позволил получить аналитическую зависимость $\omega = f(Q, P)$:

$$\omega = 380,77 + 6,006Q \cdot 10^3 - 8,77P \cdot 10^{-3} \quad (4.10)$$

Выражения 4.9 и 4.10 справедливы только при величине вакуума $P \in [10000; 50000] \text{ Па}$.

Анализ полученных результатов позволил получить значения параметров Q и P при которых наблюдалась стабильная работа устройства. Так при величине вакуума $(20 \dots 25) \cdot 10^3 \text{ Па}$ вал устройства вращался со скоростью $155 \dots 235 \text{ с}^{-1}$ на рабочем ходу, при этом расход воздуха составил $0,98 - 1,04 \text{ л/с}$, что соответствует $3,5 \dots 3,75 \text{ м}^3/\text{ч}$ (примерно соответствует расходу воздуха одним доильным аппаратом). Кроме того следует отметить, что при этой же величине вакуума наблюдали достаточный расход жидкости (дезинфицирующей, очищающей) порядка 1 литра в минуту, при максимальном открытии запорной арматуры 7 на гибком трубопроводе подачи раствора 5 (рис. 4.8).

На следующем этапе необходимо было оценить качество работы устройства (коэффициент K) и мощность N , затрачиваемую на перемещение устройства по обрабатываемой поверхности.

Результаты лабораторных исследований показали, что после первого прохода устройства, по обрабатываемой поверхности образца, удалялось порядка $40 \dots 45 \%$ нанесенного загрязнения, после второго прохода – удалялось $80 \dots 90 \%$ от первоначально нанесенных загрязнений. После третьего прохода – удалялось $85 \dots 95 \%$. Поэтому было принято, что целесообразно ограничиться двойным проходом устройства по обрабатываемой поверхности.

Мощность, затрачиваемую на перемещение устройства по обрабатываемой поверхности, суммировали по результатам двух проходов.

K и N оценивали по двум группам факторов: конструктивным и режимным. Что позволило получить оптимальные конструктивные

параметры устройства, а также определить наиболее эффективные режимы работы устройства

К первому фактору были отнесены следующие параметры: длина очищающих элементов L , диаметр очищающих элементов d и модуль упругости материала, из которого изготовлены очищающие элементы E .

Ко второму фактору – частота вращения рабочего вала устройства ω (можно регулировать величину вакуума), величиной прогиба очищающих элементов δ_c (усилие прижатия очищающих элементов к обрабатываемой поверхности) и скорость перемещения устройства по обрабатываемой поверхности v .

Полученные результаты позволили построить поверхности отклика, получить зависимости искомых параметров от группы факторов. Анализируя эти поверхности можно сделать некоторые выводы и определить оптимальные значения конструктивных и режимных параметров.

Поверхности отклика, характеризующие качество работы устройства в зависимости от конструктивных параметров представлены на рис. 1, 2, 3 приложения Г. Эти поверхности описываются следующими зависимостями:

$$K = f(d, L):$$

$$K = -2,591 + 17738,826d - 1246,473L - 1,056d^2 \times 10^7 - 8,553dL \times 10^5 - 459,175L^2, \quad (4.11)$$

$$K = f(d, E):$$

$$K = 2,826 - 566,065d - 0,008E - 7,388d^2 \times 10^5 + 6,467dE - 1,71E^2 \times 10^{-6}, \quad (4.12)$$

$$K = f(L, E):$$

$$K = -0,269 + 3,45L + 0,004E + 787,819L^2 - 0,013LE - 4,839E^2 \times 10^{-6}, \quad (4.13)$$

где K – коэффициент характеризующий качество работы устройства;

d – диаметр очищающих элементов, м;

L – длина очищающих элементов, м;

E – модуль упругости материала очищающих элементов, МПа.

Качество работы устройства ухудшается при d меньше 1мм, что можно объяснить уменьшением создаваемого им усилия, которого не достаточно для разрушения загрязнения. Оптимальным значением d , с позиции качества работы устройства будут значения 1,3...1,6 мм. При увеличении этих значений качество обработки будет повышаться не значительно.

С увеличением E качество очистки улучшается, но как показывают расчеты, сила создаваемая устройством будет превышать значение болевого порога животного. Оптимальное значение E – 380...420 МПа, что соответствует модулю упругости полиэтилена низкого давления с различными наполнителями (стекловолокно, эластомер) или полипропилена [60, 162].

С увеличением L – устройство качественней разрушает загрязнения, т.к. интенсивность (продолжительность) моментального контакта увеличивается. Но длина очищающих элементов ограничивается конструкцией устройства, с позиции качества работы устройства оптимальными будут значения 12...20 мм.

Регрессионный анализ позволил получить зависимость коэффициента качества работы устройства в зависимости от указанных конструктивных параметров $K = f(d, L, E)$:

$$K = 0,54 - 87,825d + 22,334L - 0,0001E \quad (4.14)$$

Проверку адекватности модели проводили по F-критерию. Расчетное значение критерия Фишера ($F_{pac} = 7,19$) меньше табличного ($F_{таб} = 19,3$) при 5% уровне значимости, что свидетельствует об адекватности полученной модели.

Зависимость качества работы устройства от режимных параметров отражена на поверхностях отклика (рис. 4, 5, 6 приложения Г). Эти поверхности описываются зависимостями:

$$K = f(\delta_c, \omega):$$

$$K = 0,685 - 21,045 \delta_c + 0,001\omega - 17908,043\delta_c^2 + 0,673\delta_c \omega - 7,814\omega^2 \times 10^{-6}, \quad (4.15)$$

$$K = f(\delta_c, \nu):$$

$$K = 0,726 + 107,628 \delta_c - 1,961\nu - 16346,228\delta_c^2 + 62,832\delta_c \nu + 4,276\nu^2, \quad (4.16)$$

$$K = f(\omega, \nu):$$

$$K = 0,622 + 0,002\omega - 0,411\nu - 5,938\omega^2 \times 10^{-6} + 0,001\omega\nu + 0,004\nu^2, \quad (4.17)$$

где K – коэффициент, характеризующий качество работы устройства;

δ_c – прогиб очищающих элементов, м;

ω – угловая скорость очищающих элементов, рад/с;

ν – скорость перемещения механического очищающего устройства по очищаемой поверхности, м/с.

Анализируя поверхности и зависимости можно сделать следующие заключения.

Обеспечивая больший прогиб очищающих элементов δ_c можно повысить качество работы устройства, но, как показал дальнейший анализ, придется прикладывать большие усилия со стороны оператора для обеспечения прижатия очищающих элементов к кожному покрову животного. Наиболее приемлемым будет значение δ_c 1,8...2,5 мм.

Угловая скорость очищающих элементов ω на определенном участке значений в 200...240 рад/с способствует качественной работе устройства. На более высоких скоростях очищающие элементы не достаточно плотно контактируют с обрабатываемой поверхностью, в результате чего показатель качества обработки кожного покрова снижается.

Скорость перемещения ν механического очищающего устройства по очищаемой поверхности не значительно влияет на качество в пределах до 0,3 м/с. При повышении этого значения качество обработки снижается,

большая часть загрязнений разрушается, но остается на обрабатываемой поверхности, т.к. не успевает эвакуироваться устройством.

Регрессионный анализ позволил получить математическую модель описывающую влияние режимных параметров на качество работы устройства: $K = f(\delta_c, \omega, \nu)$:

$$K = 0,758 + 21\delta_c - 0,0004\omega - 0,107\nu \quad (4.18)$$

Проверку адекватности модели проводили по F-критерию. Расчетное значение критерия Фишера ($F_{pac} = 3,58$) меньше табличного ($F_{таб} = 19,3$) при 5% уровне значимости, что свидетельствует об адекватности полученной модели.

Зависимость мощности, затрачиваемой на проход разработанного универсального устройства от конструктивных параметров, отражена на поверхностях отклика (рис. 7, 8, 9 приложения Г) которые описываются следующими выражениями:

$$N = f(d, L):$$

$$N = -150,686 + 4,947d \times 10^5 - 10188,278L - 2,044d^2 \times 10^8 + 5,549dL \times 10^6 + 44837,711L^2, \quad (4.19)$$

$$N = f(d, E):$$

$$N = -251,861 + 2,843d \times 10^5 + 0,744E - 8,996d^2 \times 10^7 - 56,966dE - 0,0007E^2, \quad (4.20)$$

$$N = f(L, E):$$

$$N = 91,747 + 3571,758L - 0,056E - 6,478L^2 \times 10^5 + 40,159LE - 0,0006E^2, \quad (4.21)$$

где N – мощность, затрачиваемая на проход разработанного устройства, Вт;

d – диаметр очищающих элементов, м;

L – длина очищающих элементов, м;

E – модуль упругости материала очищающих элементов, МПа.

Анализируя поверхности и зависимости можно сделать следующие заключения.

В зависимости от диаметра очищающих элементов затрачиваемая мощность увеличивается в 2 – 2,5 раза при увеличении d с 1,5 до 2,5 мм что, конечно же, будет влиять на утомляемость обслуживающего персонала. В связи с чем оптимальным значением, с позиции энергозатрат оператором, будет $d = 1,3$ мм.

Наиболее важным параметром, влияющим на мощность необходимую для прохода разработанного универсального устройства, является длина очищающих элементов. С увеличением L наблюдается снижение мощности, но как и в случае с качеством работы устройства, длина очищающих элементов ограничена конструкцией устройства.

Модуль упругости материала очищающих элементов не значительно влияет на мощность, она изменяется на 20 – 30% при изменении модуля упругости материала с 280 до 520 МПа. Из чего можно сделать вывод, что материал очищающих элементов с $E = 380 – 420$ МПа не увеличит потребную мощность на проход устройства.

Проведя регрессионный анализ влияния конструктивных параметров на N , получили математическую модель : $N = f(d, L, E)$:

$$N = 40,79 + 43951,1d - 1410,37L + 0,07E \quad (4.22)$$

Проверку адекватности модели проводили по F-критерию. Расчетное значение критерия Фишера ($F_{pac} = 2,63$) меньше табличного ($F_{таб} = 19,3$) при 5% уровне значимости, что свидетельствует об адекватности полученной модели.

Поверхности отклика (рис. 10, 11, 12 приложения Г) характеризующие мощность, затрачиваемую на проход устройства, в зависимости от режимных параметров описываются следующими зависимостями:

$$N = f(\delta_c, \omega):$$

$$N = 103,541 - 10488,022 \delta_c + 0,286\omega - 1,234\delta_c^2 \times 10^6 + 87,186\delta_c \omega - 0,001\omega^2, \quad (4.23)$$

$$N = f(\delta_c, \nu):$$

$$N = 115,192 + 4058,503 \delta_c - 153,472v - 5,973\delta_c^2 \times 10^5 + 4793,51\delta_c v + 389,45v^2, \quad (4.24)$$

$$N = f(\omega, v):$$

$$N = 60,521 + 0,508\omega + 35,019v - 0,001\omega^2 - 0,035\omega v - 33,796v^2, \quad (4.25)$$

где N – мощность, затрачиваемая на проход разработанного устройства, Вт;

δ_c – прогиб очищающих элементов, м;

ω – угловая скорость очищающих элементов, рад/с;

v – скорость перемещения механического очищающего устройства по очищаемой поверхности, м/с.

Значительное влияние на N оказывают два параметра – прогиб δ_c и угловая скорость ω очищающих элементов. Так увеличение δ_c – увеличивают затрачиваемую мощность, что связано с увеличением усилия прижатия устройства к очищаемой поверхности. Так же к увеличению N приводит уменьшение частоты вращения очищающих элементов, это связано с тем, что в рабочей камере устройства создается повышенное значение вакуума, т.е. устройство «присасывается к поверхности кожного покрова животного.

Скорость перемещения механического очищающего устройства по очищаемой поверхности практически не влияет на N .

Регрессионная модель зависимости N от режимных параметров описывается выражением $K = f(\delta_c, \omega, v)$:

$$N = 112,76 + 1359,36\delta_c - 0,042\omega + 13,33v \quad (4.26)$$

Проверку адекватности модели проводили по F-критерию. Расчетное значение критерия Фишера ($F_{pac} = 2,44$) меньше табличного ($F_{таб} = 19,3$) при 5% уровне значимости, что свидетельствует об адекватности полученной модели.

Основываясь на вышеизложенном анализе, определены оптимальные параметры конструктивных и режимных параметров:

$$d = 1,3 \dots 1,5 \text{ мм};$$

$$L = 12 \dots 18 \text{ мм};$$

$$E = 380 \dots 420 \text{ МПа};$$

$$\delta_c = 1,8 \dots 2,3 \text{ мм};$$

$$\omega = 210 \dots 235 \text{ рад/с};$$

$$v = 0,15 \dots 0,21 \text{ м/с}.$$

Ориентируясь на эти параметры, подготовили разработанное устройство для механической обработки кожного покрова к производственным исследованиям.

Согласно программе исследований на третьем этапе оценку эффективности применения устройства для механической обработки кожного покрова животных проводили по показателям: суточному удою (по группе), жирности молока (по группе), бактериальной обсеменённости молока (по группе).

Кожный покров коров опытной группы обрабатывали разработанным устройством 12 раз за 21 день проведения эксперимента.

По суточному удою получены следующие результаты наблюдений: животные отреагировали на проведение механической обработки кожного покрова на второй день исследований, при этом регистрировали увеличение суточного надоя в опытной группе на 1 – 2% в день по сравнению с контрольной группой. Увеличение суточного удоя с этой интенсивностью продолжалось до 10 дня эксперимента, затем интенсивность увеличения суточного удоя снизилась. К окончанию эксперимента суточный удой в опытной группе превышал на 12,5...13 % показатель в контрольной группе (рис. 4.16).

За все время эксперимента суточный удой животных опытной группы превысил аналогичный показатель контрольной группы в среднем на 10,2 %, что позволило получить дополнительно 132,5 кг молока.

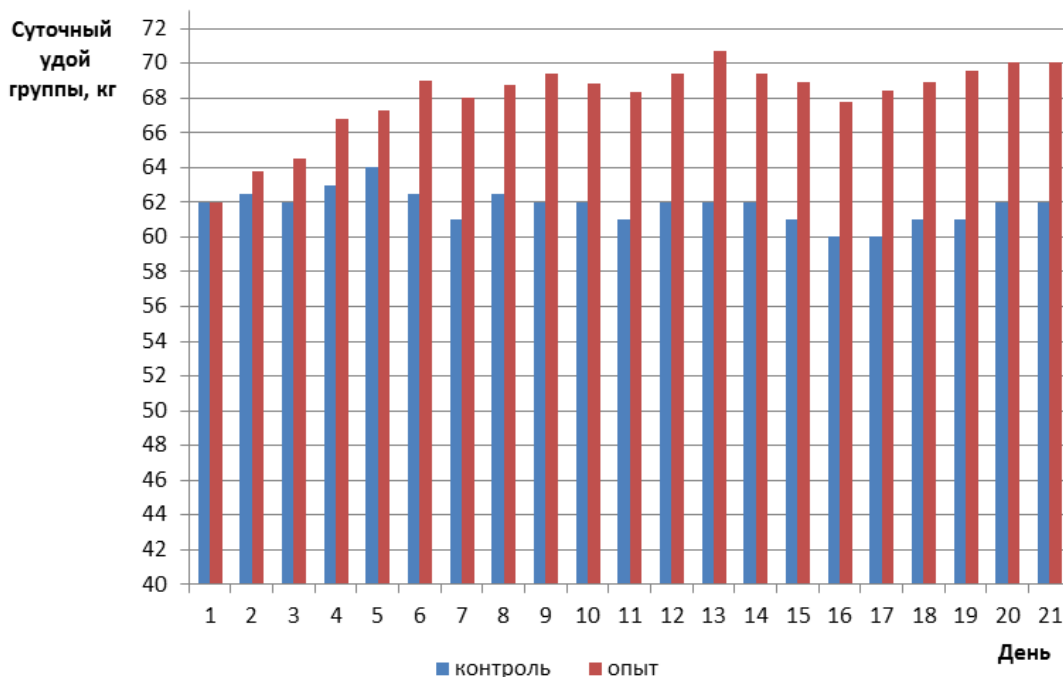


Рис. 4.16. Суточный удой животных опытной и контрольной групп

Кроме изменения суточного удоя, наблюдали изменения жирности молока (рис. 4.17). Заметное изменение жирности молока полученного от животных опытной группы отмечено на 4 – 5 день использования устройства. В среднем, за время проведения эксперимента, отмечено увеличение жирности молока животных опытной группы на 1,8 абс %., с 3,57 до 3,76 %

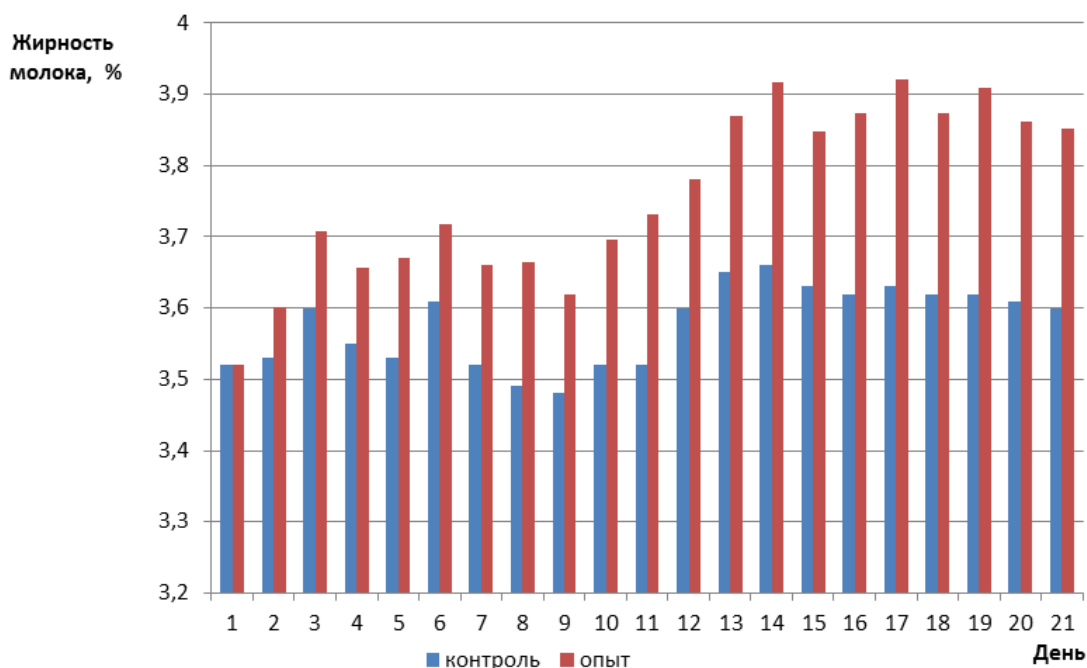


Рис. 4.17. Изменение жирности молока в контрольной и опытной группах

До начала эксперимента молоко контрольной и опытной групп соответствовало II классу чистоты по микробной обсеменённости и качество молока считается удовлетворительным. Резазуриновая проба показывала наличие в 1 мл молока от 500 тыс. до 4 млн. бактерий. На 10 день эксперимента, в опытной группе, у 4-х из 5 коров, резазуриновая проба показала, что количество бактерий в 1 мл молока менее 500 тыс., что соответствует молоку хорошего качества и I классу чистоты. Начиная с 12 дня исследований, бактериальная обсемененность молока у животных опытной группы соответствовала I классу чистоты, в то время как молоко животных контрольной группы содержало от 500 тыс. до 4 млн. бактерий в 1 мл, т.е. II класса чистоты.

Затраты труда на обработку одного животного разработанным устройством составляли от 3 до 5 минут, что примерно соответствует продолжительности машинного доения. Обработку кожного покрова животного проводили примерно за час до начала машинного доения, преимущественно перед утренней дойкой. Устройство обрабатывали 75 % кожного покрова, не подвергались обработке: конечности, белая линия живота, вымя, морда. При доении соблюдались все требования к проведению процесса.

4.7. Экономическая эффективность предложенных решений

Экономическую эффективность предложенного технического решения рассчитывали по методике предложенной Л.П. Кормановским и Н.М. Морозовым [157], при расчетах были использованы рекомендации [195, 196].

Характеристики экономической эффективности предлагаемого универсального устройства для механической обработки кожного покрова животных сравнивали с серийно выпускаемой ООО «Ижагромаш» автоматической щеткой. Для сравнения экономических показателей предлагаемого устройства и серийно выпускаемой автоматической щеткой

необходимо принять производительность работы, (количество обслуживаемых животных) и балансовую стоимость – основные параметры, определяющие экономическую эффективность.

Затраты на изготовление предлагаемого универсального устройства для механической обработки кожного покрова животного

Полная себестоимость предлагаемой конструкции устройства складывается из: стоимости материалов (основных и вспомогательных) при изготовлении конструкции - C_M ; заработной платы с отчислениями – $C_{ЗП}$; общепроизводственных накладных расходов - $C_{ОП}$:

$$C_k = C_M + C_{ЗП} + C_{ОП}, \quad (4.27)$$

Стоимость основных материалов определяли по выражению:

$$C_M = \sum M_i \cdot C_i + C_{П}, \quad (4.28)$$

где M_i – масса израсходованного материала i -го вида, кг; C_i – цена одного кг материала i -го вида, руб; $C_{П}$ – стоимость привода, руб.

Общая стоимость материалов на изготовление одного комплекта разработанного универсального устройства, составляет 2000 руб.

Заработная плата производственным рабочим рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗП} = C_{ОЗП} \cdot K_D \cdot K_{СОЦ}, \quad (4.29)$$

где $C_{ОЗП}$ – основная заработная плата, руб; K_D – коэффициент дополнительной заработной платы, $K_D=1,09$; $K_{СОЦ}$ – коэффициент отчислений на социальные нужды, $K_{СОЦ} = 1,302$

Основная заработная плата определяется:

$$C_{ОЗП} = (T_{ИЗ} + T_{СБ}) \cdot C_ч, \quad (4.30)$$

где $T_{ИЗ}$ – трудоемкость изготовления элементов изделия, - 3,0 чел.-час; $T_{СБ}$ – трудоемкость сборки изделия – 0,5 чел.-час; $C_ч$ – тарифная ставка рабочего изготавливавшего и собиравшего изделие 50,2 руб/час.

Расчетное значение $C_{ОЗП} = 175,7$ руб., тогда $C_{ЗП} = 242,46$ руб.

Общепроизводственные расходы рассчитывались по формуле:

$$C_{оп} = \frac{(R_{оп} \cdot C_{озп})}{100}, \quad (4.31)$$

где $R_{оп}$ – процент общепроизводственных расходов, $R_{оп}=115\%$ [195] составили 202,06 руб.

Таким образом затраты на изготовление предлагаемой конструкции устройства для механической обработки кожного покрова составят 2444,5 руб.

Для определения ориентировочной договорной цены можно воспользоваться зависимостью:

$$C_{дог} = C_{к} + C_{вп} + П_{пр}, \quad (4.31)$$

где $C_{вп}$ – внепроизводственные расходы предприятия изготовителя, руб; $П_{пр}$ – прибыль того же предприятия, руб.

Внепроизводственные расходы определяли по выражению:

$$C_{вп} = \frac{(R_{вп} \cdot (C_{к} + C_{оп}))}{100}, \quad (4.32)$$

где $R_{вп}$ – процент внепроизводственных расходов 12% [196]

По нашим расчетам они составили 317,6 руб.

Расчетная прибыль предприятия:

$$П_{пр} = \frac{(R_{пр} \cdot (C_{к} + C_{оп} + C_{вп}))}{100}, \quad (4.33)$$

где $R_{пр}$ – процент прибыли предприятия 15%. Таким образом, расчетная прибыль предприятия составила 444,6 руб. Тогда, $C_{дог} = 3206,7$ руб.

Балансовая стоимость устройства складывается из договорной цены приобретения и дополнительных затрат на доставку, которые составляют до 20% от цены приобретения:

$$B = 0,2 \cdot C_{дог} + C_{дог}, \quad (4.34)$$

и составила 3848,1 руб.

Исходные данные для расчета экономической эффективности представлены в табл. 4.4

4.4. Исходные данные для расчета экономической эффективности

Показатели	Автоматическая щетка	Разработанное устройство
Получено молока, кг/гол.	3700	3850
Балансовая стоимость, руб.	75000	3848,1
Цена ед. продукции, руб./кг	19	19
Часовая тарифная ставка, руб.	-	45
Количество обслуживаемых животных, гол.	50	50

Прямые производственные затраты

$$И = O_{TP} + A + P + C_{ЭЛ}, \quad (4.35)$$

где O_{TP} – оплата труда оператора машинного доения, руб./гол.; A – амортизационные отчисления, руб./гол.; P – затраты на ремонт и ТО, руб./гол.; $C_{ЭЛ}$ – затраты на электроэнергию, руб./гол.

Оплата труда определяется по формуле:

$$O_{TP} = \frac{Ч \cdot t \cdot b}{W}, \quad (4.36)$$

где $Ч$ – часовая тарифная ставка оператора, руб. ($Ч = 50$ руб.); t – продолжительность рабочей смены, ч.; b – коэффициент начислений на зарплату, $b = 1,6$; W – количество обслуживаемых голов, гол.

В расчете на одно животное было получено O_{TP} по базовому варианту 0,0 руб./гол. (так как щетка работает в автоматическом режиме, без участия исполнителя), по проектируемому 67,2 руб./гол.

Амортизационные отчисления:

$$A = \frac{B \cdot a}{100 \cdot W}, \quad (4.37)$$

где a – норма отчислений на амортизацию, % (16,7%); W – количество голов, обслуженных одним устройством.

Рассчитаны для: $A_{БАЗ} = 250,5$ руб./гол.; $A_{ПР} = 12,86$ руб./гол.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание

$$P = \frac{B \cdot r}{100 \cdot W}, \quad (4.38)$$

где r - норма отчислений на техническое обслуживание, % (12,1%).

И составили $P_{БАЗ} = 181,5$ руб./гол., $P_{ПР} = 9,31$ руб./гол.

Затраты на электроэнергию подсчитываются по формуле:

$$C_{эл} = \frac{T \cdot \Pi_{кВт}}{N}, \quad (4.39)$$

где T – количество израсходованной электроэнергии, кВт; $\Pi_{кВт}$ – стоимость электроэнергии, принята на основе цен для сельского хозяйства, $\Pi_{кВт} = 1,6$ руб./кВт.

Следовательно, затраты соответственно составили: $C_{элБАЗ} = 16,0$ руб./гол., $C_{элПР} = 9,6$ руб./гол.

Тогда прямые производственные затраты на единицу выполняемых работ: $I_{БАЗ} = 448$ руб./гол. $I_{ПР} = 99,0$ руб./гол

Изменения в стоимости получаемой продукции:

$$\pm D_{уд} = \Pi_2 P_2 - \Pi_1 P_1, \quad (4.40)$$

где Π_2 и Π_1 – цена единицы продукции в проектируемом и базовом вариантах, руб. ($\Pi_{1,2} = 19$ руб./кг);

P_2 и P_1 – выход продукции в натуральном выражении в расчете на одну голову.

$$D_{уд} = 2850 \text{ руб./гол.}$$

Удельные капитальные вложения определяются по формуле:

$$K_{уд} = \frac{B}{N}, \quad (4.41)$$

$$K_{уд БАЗ} = 1500 \text{ руб./гол.}, K_{уд ПР} = 77,0 \text{ руб./гол.}$$

Подсчитываются удельные приведенные затраты по каждому варианту:

$$\begin{aligned} J_{БАЗ} &= I + E_H \cdot K_{y0} \pm D_{уд} \\ J_{ПР} &= I + E_H \cdot K_{y0} \end{aligned}, \quad (4.42)$$

где E_H – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, 15% ($E_H = 0,15$).

$$J_{БАЗ} = 3523 \text{ руб./гол.}, J_{ПР} = 110,5 \text{ руб./гол}$$

Так как $J_{ПР} < J_{БАЗ}$, то можно сделать вывод, что предлагаемая конструкция вычесывающего устройства эффективна.

Показатель снижения эксплуатационных расходов, %

$$C_э = \frac{I_{БАЗ} - I_{ПР}}{I_{БАЗ}} \cdot 100, \quad (4.43)$$

$$C_э = 77,9 \%$$

Дополнительная прибыль в расчете на одно дойное животное:

$$П_{доп} = (I_{БАЗ} - I_{ПР} + D_{уд}) \quad (4.44)$$

$$П_{доп} = 3199 \text{ руб./животное.}$$

Результаты расчета экономической эффективности внедрения разработанного универсального устройства представлены в табл. 4.5.

4.5. Результаты расчета экономической эффективности внедрения разработанного универсального устройства для механической обработки кожного покрова животного за год

Показатели	Автоматическая щетка	Разработанное устройство
Продуктивность животных, кг/гол.	3700	3850
Количество обслуживаемых животных, гол.	50	250
Себестоимость обработки, руб./гол.	448,0	99,0
Изменение себестоимости, руб./гол.	X	349
Удельные капиталовложения руб./гол.	1500,0	77,0
Показатель снижения эксплуатационных расходов, %	X	77,9
Дополнительная прибыль, руб./устр.	X	3199,0

Выводы

1. Механическая обработка кожного покрова КРС с использованием механических устройств представляет собой процесс обработки кожного покрова с целью поддержания санитарного благополучия животного и проведения профилактической ветеринарных обработки, являя собой частный случай сложной биотехнической системы «ЧМЖ», открытого типа.

2. Эффективность процесса механической обработки кожного покрова КРС зависит от степени механизации и автоматизации процесса, навыков исполнителя, физиологического состояния животного, качественного выполнения технологических операций. Рассмотрение каждой подсистемы «ЧМЖ» позволила предположить и обосновать перспективные направления по совершенствованию процесса, сгруппированные в три блока. Первый блок направлений – включает в себя разработку и совершенствование механических устройств с целью механизировать процесс механической обработки кожного покрова животного, снижения усилий прикладываемых исполнителя и исключить травмирование животного. Второй блок направлений – обеспечение функциональной надежности исполнителя и технологического оборудования. Третий блок направлений – оптимизация организации процесса ветеринарно – санитарной обработки кожного покрова КРС.

3. Анализ процесса и устройств для механической обработки кожного покрова животного позволил сформулировать основные требования к вновь создаваемым устройствам для механической обработки кожного покрова животного:

- обеспечение максимальной площади обработки за минимальное количество проходов устройства;
- обеспечение аспирации в зоне обработки;

- усилие воздействия устройства на кожный покров должно быть больше усилия удержания загрязнения на кожном покрове, но меньшим усилием, при котором животное начинает испытывать болевые ощущения;

- возможность проведения сухой, влажной и комбинированной обработки;

- легко подвергаться очистке и дезинфекции.

4. Теоретическое обоснование силового взаимодействия очищающих элементов с загрязнением и кожным покровом животного позволило выявить основные конструктивные и эксплуатационные параметры устройства и физико-механические параметры кожного покрова влияющие на энергоёмкость процесса обработки и качество его выполнения. К ним следует отнести конструктивные параметры: d – диаметр очищающих элементов, L – длину очищающих элементов, E – модуль упругости материала очищающих элементов. И режимные параметры: δ_c – прогиб очищающих элементов, ω – угловая скорость очищающих элементов, v – скорость перемещения механического очищающего устройства по очищаемой поверхности, а так же $F_{уд.загр.}$ – усилие удержания загрязнения на кожном покрове животного

5. Предложенные методики и оборудование для их реализации позволили:

- определить усилие удержания загрязнения на кожном покрове животного;

- определить усилие, прикладываемое к кожному покрову, при котором животное начинает испытывать болевые ощущения;

- оценить качество работы устройства для проведения механической обработки кожного покрова в лабораторных условиях;

- регистрировать энергетические затраты исполнителя на проход устройства по обрабатываемой поверхности.

5. Разработана конструкция универсального устройства для механической обработки кожного покрова КРС, удовлетворяющая

требованиям для вновь создаваемых устройств для механической обработки кожного покрова. Благодаря этой конструкции обеспечивается оптимальное силовое воздействие на кожный покров животного, предотвращается его травмирование, обеспечивается полноценная обработка.

6. Лабораторные исследования позволили получить математические модели описывающие зависимость качества обработки кожного покрова и требуемую мощность на проход устройства от конструктивных и режимных параметров устройства. А также получить оптимальные значения этих параметров: $d = 1,3 \dots 1,5$ мм; $L = 12 \dots 18$ мм; $E = 380 \dots 420$ МПа; $\delta_c = 1,8 \dots 2,3$ мм; $\omega = 210 \dots 235$ рад/с; $v = 0,15 \dots 0,21$ м/с.

7. Производственный этап исследований показал, что применение разработанной конструкции устройства способствует:

- увеличению суточного удоя молока на 10,2%;
- увеличению жирности молока с 3,57 до 3,76 %
- сокращению бактериальной обсеменённости молока.

8. Анализ экономической эффективности разработанного устройства показал, что удельная себестоимость обработки кожного покрова снижается с 448 руб./гол до 99 руб./гол, удельные эксплуатационные расходы снижаются на 77,9%. Удельные капитальные затраты на одно устройство снижаются с 1500 руб./гол до 77 руб./гол. Дополнительная прибыль на одно животное составила 3199 руб./год, при средней нагрузке на исполнителя в 50 ГОЛОВ.

Общие выводы

1. Решение научной проблемы повышения качества продукции и реализации генетического потенциала с.х. животных, является функцией стратегических задач, основанных на биотехнологической концепции, учитывающей физиологические особенности функционирования организма животного и процессы механизации технологических процессов. Это обосновало необходимость поиска новых подходов механического воздействия на животное, способствующее решению обозначенной научной проблемы, одним из которых является механическая обработка кожного покрова животного. Полноценное функционирование кожного покрова способствует увеличению продуктивности животных и повышению качества получаемой продукции.

2. Совершенствование технического обеспечения механической обработки кожного покрова основано на методе многоуровневого математического моделирования подсистем сложной биотехнической системы «Ч-М-Ж». Используя математическую модель состояния системы «Ч-М-Ж» в процессах механической обработки кожного покрова позволяет выявить моменты и параметры перехода системы в нестабильное состояние, что в свою очередь способствует определению направления технической модернизации технологического обеспечения процессов механической обработки кожного покрова.

3. Оптимизация параметров функционирования системы механической обработки кожного покрова животного может проводиться методом математического моделирования по схеме марковских случайных процессов. При этом математические модели подсистем базируются на количественных показателях, характеризующих психофизиологическое состояние животного. Эффективность функционирования системы в целом следует оценивать по количеству полученной продукции (шерсть, пух) и качеству обработки поверхности кожного покрова. Эффективность работы

подсистем - по величине вероятности пребывания подсистемы в благоприятном состоянии и интенсивности перехода в неблагоприятное состояние.

4. На основании требований к технологическому процессу и объекту механической обработки кожного покрова, а так же классификационного анализа технических решений предложены методы поиска новых решений при разработке звена «машина». Они включают в себя определение основных принципов в согласовании технологических и физиологических параметров, построение обобщенных функциональных схем машин, определение зависимостей и закономерностей изменения технологических параметров.

5. Предложенные методики расчета, разработанные с целью создания исполнительных элементов устройств, позволяют: определить распределение сил, действующих на обрабатываемую поверхность рассчитать энергетические затраты оператора на выполнение технологической операции и оценить качество их выполнения.

6. Применение новых знаний, полученных в результате разработанных методик и способов расчета, позволили предложить ряд устройств для обработки кожного покрова животных, обладающих рядом преимуществ перед серийными: в частности эти устройства учитывают анатомо-морфологические свойства и физиологическое состояние животного, кроме того позволяют выполнять заявленные функции за счет сменных рабочих элементов, не меняя само устройство.

7. Исследование режимов силового взаимодействия устройств для механической обработки с кожным покровом и его производными позволили определить основные значимые параметры:

– на процесс резания шерсти и работу, затрачиваемую на перерезание пучка шерсти влияют β - угол заточки лезвия, δ - толщина лезвия, L – длина лезвия, h – толщина перерезаемого слоя, n – частота

двойных ходов ножа и V – скорость перемещения стригальной машинки по остригаемой поверхности;

- на энергозатраты и качество продукта при вычесывании пуха коз влияют: α - угол вхождения планок с вычесывающими элементами в шерстно – пуховый покров, d – диаметр вычесывающих элементов, P – усилие удержания пухового волокна в шерстно-пуховом покрове, F – усилие на вычесывание пуха, U_{abc} – абсолютная скорость движения вычесывающих элементов;

- на процесс механической обработки кожного покрова КРС влияет $F_{y\delta}$ – усилие удержания загрязнений на поверхности кожи, F - усилие воздействия очищающих элементов, материал очищающих элементов.

8. Созданы предпосылки для выработки числовых критериев оценки качества выполняемых операций. Критерии позволяют оценить возможности технического решения и квалификации обслуживающего персонала.

9. На основе проведенных исследований разработаны конструкции:

- режущего аппарата стригальной машинки, состоящего из двух гребенок и ножа располагающегося между ними, совершающего возвратно – поступательные движения. Уменьшенное расстояние между зубьями гребенки обеспечивает минимальное отклонение шерстинок при перерезании, что обеспечивает минимальную высоту среза и уменьшение образование сечки в результате повторного пробега активного лезвия ножа;

- механического ленточного устройства для вычесывания пуха у коз, состоящего из ведомого и ведущего барабанов, соединенных эластичной лентой с закрепленными на ней планками вычесывающих зубьев. Расположение зубьев на планке по типу развертки винтовой линии позволяет равномерно обрабатывать шерстно-пуховый покров с минимальными затратами энергии;

- устройства для механической обработки кожного покрова КРС, состоящего из насадки, сборника загрязнений. Вращение очищающих

элементов в насадке обеспечивает равномерную интенсивность воздействия на рецепторное поле кожного покрова, удаление загрязнений, а также способствует равномерному нанесению жидких ветеринарных препаратов.

10. С целью более полного и всестороннего исследования предложенных конструкций в лабораторных условиях, были разработаны специальные стенды – для регистрации энергетических параметров и определения качества механической обработки кожного покрова. Применение этих стендов позволило получить математические зависимости по рассматриваемым процессам и значения оптимальных параметров:

- для разработанного режущего аппарата - угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности $\varphi = 0^\circ \dots 5^\circ$, частота двойных ходов ножа $n = 2400 \dots 3000 \text{ мин}^{-1}$, скорость перемещения стригальной машинки с разработанным режущим аппаратом $V = 0,7 \dots 1,0 \text{ м/с}$;

- для механического ленточного устройства чески пуха - угол вхождения вычесывающих элементов в шерстно-пуховой покров животного $\alpha = 32^\circ \dots 34^\circ$, диаметр вычесывающего элемента, $d = 2,2 \dots 2,3 \text{ мм}$, абсолютная скорость движения вычесывающего элемента, $U_{\text{абс}} = 0,58 \dots 0,63 \text{ м/с}$, скоростью ленты устройства $v = 0,6 \text{ м/с}$ и скорость перемещения устройства по поверхности шерстно-пухового покрова козы $u = 0,01 \text{ м/с}$.

- для устройства механической обработки кожного покрова КРС – диаметр очищающих элементов $d = 1,3 \dots 1,5 \text{ мм}$, длина очищающих элементов $L = 12 \dots 18 \text{ мм}$, величина вакуума в насадке $P = 20 \dots 25 \text{ кПа}$, частота вращения вала с очищающими элементами $\omega = 210 \dots 235 \text{ с}^{-1}$, скорость перемещения по поверхности кожного покрова $v = 0,15 \dots 0,21 \text{ м/с}$, расход воздуха $Q = (0,98 - 1,04) \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$.

11. Предложенные и обоснованные варианты обработки кожного покрова, оценка труда операторов и технических решений повышают эффективность процессов механической обработки кожного покрова,

улучшают контроль работы устройства и технологических процессов. Производственные исследования разработанных конструкций, методик и организационно – технических мероприятий показали экономическую эффективность:

- уменьшение удельных капитальных вложения в режущий аппарат на 47,56%, снижение себестоимости стрижки одной головы на 53,8%, эксплуатационные расходы снизились на 53,8 %.;

- выход пуха при первичной ческе увеличен на 20...30%, производительность труда чесальщиков увеличилась в 2,3 раза;

- повысилась сортность получаемого молока, молочная продуктивность коров увеличилась на 7-12%.

Список литературы

1. А.с, 1287807 СССР МКл. А01К 13/00. Устройство для вычесывания пуха животных./Суюнчалиев Р.С., Шевцов В.В., Буркитбаев Б.О., Купряшкин И.Ф. Опубл. Бл. №5. 07.02.1987.
2. А.с, 1428326 СССР МКл. А01К 13/00. Машинка для вычесывания пуха коз./Гришин В.А., Сальникова Н.А. Опубл. Бл. №37. 07.10.1988.
3. А.с, 474324 СССР МКл. А01К 13/00. Устройство для вычесывания пуха животных./Перчихин А.В., Суюнчалиев Р.С., Купряшкин И.Ф., Татарчук С.А. Опубл. Бл. №23. 25.06.1975.
4. А.с, 475983 СССР МКл. А01К 13/00. Машинка для вычесывания пуха животных./Перчихин А.В., Суюнчалиев Р.С., Купряшкин И.Ф., Татарчук С.А. Опубл. Бл. №25. 05.07.1975.
5. А.с, 513677 СССР МКл. А01К 13/00. Машинка для вычесывания пуха животных./Перчихин А.В., Суюнчалиев Р.С., Купряшкин И.Ф., Татарчук С.А. Опубл. Бл. №18. 15.05.1976.
6. А.с, 514592 СССР А01К 13/00. Машинка для вычесывания пуха животных./Мощенко В.М., Савинцев Я.Я. Опубл. Бл. №19. 25.05.1976.
7. А.с. 120074 СССР МКл 45h9 Чесальный аппарат./ Салихов И.С. Опубл. В Бл. №10. 1959.
8. А.с. 120142 СССР МКЛ В26В 19/24. Стригальная машинка с дисковым ножом./ Шефтер Я.И., Перчихин А.В. Заявлено 24.05.58. Опубл. Бюл. №10, 1959
9. А.с. 1214034 СССР МКл. А 01к 13/00. Устройство для санитарной самообработки животных./Столяр И.А., Шор Л.Я., Балан И.А. Опубл. Бл. № 8 28.02.1986.
10. А.с. 1214413 SU МКЛ В26В 19/24. Электротепловое устройство для стрижки животных./ Воробьев В.А., Буробина Н.В., Зелепухин А.И., Корявых Н.С. Заявлено 09.02.84. Опубл. 28.02.1986. Бюл. 8.

11. А.с. 1220798 SU МКЛ В26В 19/24. Машинка для стрижки животных./ Попов В.Д., Жадан Л.Н., Мялик А.А. Заявлено 08.12.83. Оpubл. 30.03.1986. Бюл. 12.
12. А.с. 123865 СССР МКЛ В26В 19/24 Машинка для стрижки животных с вращающимися ножами./ Капленко В.К. Фришман В.С. Заявлено 29.12.58. Оpubл. Бюл. №21, 1959.
13. А.с. 133371 СССР МКЛ В26В 19/24. Электрическая машинка для стрижки шерсти./ Полозов П.Л. Заявлено 03.03.60. Оpubл. Бюл. №21, 1960.
14. А.с. 140705 СССР МКЛ В26В 19/24. Машинка для стрижки овец./ Перчихин А.В., Краснов В.С., Краморов Ю.И. Заявлено 17.01.61. Оpubл. 16.05.67. Бюл. 11.
15. А.с. 1625459 СССР МКл. А 01k 13/00. Устройство для чистки и почесывания животных./ Андриенко В.Н. Оpubл. Бл. №5 07.02.1991.
16. А.с. 1708607 А1 SU МКЛ В26В 19/24. Гребенка для стрижки./ Парасоцкий В.Е. Семенихин А.М., Шишина И.А. и Заикин В.А. Заявлено 30.11.89. Оpubл. 30.01.1992. Бюл. 4.
17. А.с. 1759621 А1 SU МКЛ В26В 19/24. Устройство для стрижки животных./ Суюнчалиев Р.С. Заявлено 08.02.89. Оpubл. 07.09.92. Бюл. 33.
18. А.с. 1766650 А1 SU МКЛ В26В 19/24. Машинка для стрижки животных./ Акылбеков А. и Лидтке В.Ю. Заявлено 10.07.89. Оpubл. 07.10.92. Бюл. 37.
19. А.с. 1780731 СССР МКл. А 61d 11/00, Н 05 b 6/46. Устройство для противоакарицидной обработки животных./ Новикова Г.В., Цугленок Н.В., Зайцев В.Е., Колмаков Ю.В. Оpubл. Бл. №46 15.12.1992.
20. А.с. 1838092 А3 SU МКЛ В26В 19/24. Устройство для стрижки шерсти животных./ Дроздов К.А. Заявлено 21.08.90. Оpubл. 30.08.93. Бюл. 32.
21. А.с. 191745 СССР МКл. А 61d 7/02. Устройства для опрыскивания животных./ Аливердиев А.А., Апрельев Л.Т. Оpubл. Бл. №4, 26.01.1967.

22. А.с. 242579 СССР МКл. А 01k 13/00. Устройство для обработки кожного покрова животных жидкими препаратами./ Зюляркин П.А. Оpubл. Бл.№ 15 25.04.1969.
23. А.с. 250679 СССР. МКЛ В 24b. Аппарат для заточки режущих деталей стригальных машин. / Ангилеев О.Г., Крисюк В.И. Оpubл. 12.08.69. Бюл. № 26.
24. А.с. 310633 СССР МКл. А 01k 13/00. Устройство для санитарной обработки животных./Сташевский И.И. Оpubл. Бл. №24 09.08.1971.
25. А.с. 398230 СССР МКл. А 01k 13/00. Скребок для чистки животных./Розенберг Л.Ф., Бузюк Г.М. Оpubл. Бл. №38 21.01.1974.
26. А.с. 587935 СССР МКл. А 61d 11/00 Устройство для дезинфекционной самообработки животного./Бучнев М.И., Хоренко П.И. Оpubл. Бл. № 2 15.01.1978.
27. А.с. 829066 СССР МКл. А 01k 13/00. Гребенка./ Якимов И.Т. Оpubл. Бл.№18 15.05.1981.
28. А.с. 862873 СССР МКл. А 01k 13/00, А 61d 11/00. Устройство для санитарной обработки кожного покрова животных./ Тищенко М.А., Терещенко В.В., Жизнев В.И., Сальников И.В. Оpubл. Бл. №34 15.09.1981.
29. А.с. 906467 СССР МКл. А 01k 13/00. Устройство для санитарной обработки животных./Высокос Н.П., Довгополов А.В., Карнаух М.М. Оpubл. Бл. №7 23.02.1982.
30. А.с. 98382 СССР МКл. 45h9. Устройство для прочесывания шерсти и вычесывания пуха у животных./ Султанов Г. Оpubл. 20.01.1954.
31. А.с. 99685 СССР МКл. А 01k 13/00. Устройство для пневматической чистки животных./ Королев В.Ф., Ларин В.П., Губин В.И. Оpubл. 31.01.1955.
32. Абчук В.А. и др. Справочник по исследованию операций/ Под общ. ред. Ф.А. Матвейчука – М.: Воениздат, 1979. – 368 с.

33. Адамович М.В. Управляемость машин (эргономические основы оптимизации рабочего места человека – оператора). – М.: Машиностроение, - 1977. – 280 с.
34. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Программированное введение в планирование эксперимента. – М.: Наука, 1971. – 283 с.
35. Админ Е.И. Научное обоснование технологии машинного доения коров на фермах промышленного типа. – Автореф. дисс. ...докт. с.х. наук, Киев, 1974.
36. Акофф Р. Искусство решения проблем. – М.: Мир, 1982. – 220 с.
37. Акофф Р., Сасиени М. Основы исследования операций. – М.: Мир, 1971. – 538 с.
38. Актуальные проблемы создания биотехнических систем/ под ред. В.И. Лощилова и А.В. Ярковского// Сб. научн. тр. Вып. 2. М., 1997
39. Алабужев П.М., Геронимус В.Б. и др. Теория подобия и размерностей. Моделирование. М.: «Высшая школа», 1968. – 208 с.
40. Александров А.В. Соппротивление материалов: Учеб. для вузов / А.В. Александров, Б.П. Державин. - М.: Высшая школа, 2003. – 560 с.
41. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. - М.: Высшая школа, 1990. – 400 с.
42. Алимпиев Л.Н., Курмантаев Б.А., Малашенко Н.П., Ходыко С.С. Надежность работы стригальных машинок и пути ее повышения.// Овцеводство. - 1985. - №3. - С. 35-37.
43. Алябьев В.К. Робототехнический комплекс для стрижки овец.// Овцеводство. – 1987. - № 4
44. Амерханов Х.А., Джапаридзе Т.Г., Ревякин Е.Л. Чистяков Н.Д. Мирзоянц Ю.А. Рекомендации по развитию высокоэффективного овцеводства. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 124 с.
45. Анатомия домашних животных/ И.В. Хрусталева, Н.В. Михайлов, Я.И. Шнейберг и др.; Под ред И.В. Хрусталевой. М.: Колос, 2000. – 704 с.

46. Анатомия домашних животных/А.И. Акаевский, Ю.Ф. Юдичев, Н.В. Михайлов, И.В. Хрусталева; Под ред. А.И. Акаевского. М.: Колос, 1984. – 543 с.
47. Ангилеев О.Г. Выбор способа заточки режущих пар стригальных машинок. В кн. Рационализаторы Сельскому хозяйству. – Ставрополь, 1966, с. 27. – 34.
48. Ангилеев О.Г. Исследование эксплуатационных показателей и обоснование некоторых параметров стригальных машинок и точильных аппаратов. – Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. - Ставрополь, 1967.
49. Ангилеев О.Г. К вопросу износостойкости режущих пар стригальных машинок. // Тр. Ставроп. СХИ.- 1967. - Вып. XXV. - С. 37-39.
50. Ангилеев О.Г., Галаов К.К., Крисюк В.И. Анализ энергетического баланса стригальных машинок. // Механизация и электрификация соц. с.х. 1978, № 4. - С. 21-23.
51. Антомонов Ю.Г. Моделирование биологических систем. – К.: Наукова думка, 1977. – 160 с.
52. Ахмедов Ю.П. Некоторые закономерности роста шерсти у овец. // Овцеводство, 1962, №12.
53. Бахарев А.А. Особенности волосяного покрова мясных пород скота в условиях Северного Зауралья. Аграрный вестник Урала №12-2 (92), 2011.
54. Беллман Р. Процессы регулирования с адаптацией / Под ред. А.М. Летова. – М.: Наука, 1964. – 360 с.
55. Белоногова Г.И. Методы и приемы труда доярок. М.: Россельхозиздат, 1975.
56. Белоцицкий Н.С. Инженерная психология. – М.: МЭИ, 1977. – 71 с.
57. Бобровский А.Я., Писменская В.Н. и др. Анатомия и физиология сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1992 г. – 207 с.

58. Богданов Е. А. Кормление молочных коров, их содержание, доение. М., 1916.
59. Болотнов П.М., Рыжов С.В. Механизация работ в овцеводстве. – М: Агропромиздат, 1985 – 255 с.
60. Болтон У. Конструкционные материалы металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты. Карманный справочник. – М.: Изд. дом «Додэка-XXI», 2004. – 320 с.
61. Боровяков М.Ф., Фролов В.П., Серко С.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства. – СПб.: «Лань», 2011. – 480 с.
62. Бородин И.Ф., Степанов А.Н. Биотелеметрический контроль состояния животных. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1986. №1, с.36-37.
63. Босой Е.С. К теории резания стеблей сельскохозяйственных растений. - Труды Ростовского - на - Дону института сельскохозяйственного машиностроения, вып. II. – Ростов – на – Дону, 1958, с. 120 – 124.
64. Боуэн Г. Мастерство стрижки овец. – М.: Сельхозиздат, 1962, с.217
65. Бусленко М.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1968. – 356 с.
66. Вагин Б.И., Чугунов А.И. и др. Лабораторный практикум по механизации и технологии животноводства. – Великие Луки, 2003. – 534 с.
67. Василенко П.М. Программа, рабочий план и частная методика научного исследования. // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1967, №1.
68. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. – М.: Колос, 1973. – 199 с.
69. Великжанин, В.И. Классификация форм поведения сельскохозяйственных животных // Поведение животных в условиях промышленных комплексов. Тр. ВАСХНИЛ - М.: Колос, 1979. - 199 с.

70. Венда В.Ф. Системы гибридного интеллекта: Эволюция, психология информатика. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
71. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций. – М.: Советское радио, 1964. – 389 с.
72. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1988. – 208 с.
73. Вентцель Е.С. Исследование операций.- М.: Советское радио, 1972. – 552 с.
74. Вентцель Е.С. Теория вероятности. - М.: Физматгиз, 1962. - 560 с.
75. Виестур У.Э., Шлите И.А., Жилевич А.В. Биотехнология: Биологические агенты, технология, аппаратура – Рига: Зинатне, 1987. – 263 с.
76. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных. - М.: Колос, 1966. - 255с.
77. Воробьев П.А., Литовченко Т.Ф. Овцеводство. – М.: Агропромиздат, 1982. - 123с.
78. Воронков В.Д. Справочник инженера – организатора. – М.: Московский рабочий, 1973.
79. Востриков В.А. Повышение эффективности работы оператора в системе «человек-машина-животное» (на примере машинного доения). Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Оренбург, 1997.
80. Востриков В.А., Хлопко Ю.А. Комплекс мероприятий по повышению эффективности работы операторов биотехнических систем. – Тезисы межвузовской научно-практической конференции "Решение проблем стабилизации сельскохозяйственного производства на современном этапе развития". - Оренбург 1999.
81. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. –М.: Наука, 1969-870с.
82. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие для втузов. Изд. 5 – е, перераб. и доп.. – М.: Высш. школа, 2000. – 479 с.

83. Голиков А.Н. Адаптация сельскохозяйственных животных – М.: Агропромиздат, 1985. - 216с.
84. Горанов И., Гораничева К. Технологические машинные комплексы в овцеводстве. – М.: Агропромиздат, 1987. – 180с.
85. Горлин С.М., Слезингер И. И. Аэромеханические измерения (методы и приборы) — М.: Наука, 1964. — 720 с.
86. Горячкин В.П. Наивыгоднейшая скорость движения ножей. – Собр. соч., т.3. – М.: 1965.
87. Горячкин В.П. О работе живых двигателей. – Собр. Соч. т. 7. – М.: 1965, с. 154 – 180.
88. Горячкин В.П. Общая схема процессов. // Сб. соч. М.: Колос, 1965. т.3. с. 608 – 645
89. Горячкин В.П. Процесс резания. – Собр. Соч. т.3 – М.: , 1965, 154 – 180.
90. Горячкин В.П. Теория жатвенных машин. – Собр. соч., т 3. – М.: 1965.
91. Горячкин В.П. Теория ручных ножниц и основные принципы их построения. – Собр. соч., т. 5. – М.: Сельхозгиз 1965.
92. ГОСТ 26809-86 Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу. – М.: Стандартинформ, 2009. – 9 с.
93. ГОСТ 8218-89 Молоко. Метод определения чистоты. - М.: Стандартинформ, 2009. – 4 с.
94. ГОСТ Р 53430-2009 Молоко и продукты переработки молока. Методы микробиологического анализа. – М.: Стандартинформ, 2011. – 24 с.
95. Гребень для вычесывания пуха у животных: Информ. листок/ Оренбургский ЦНТИ, 1994. - № 314 – 94.
96. Григоров П.К. Износ и повышение долговечности режущих пар стригальных машинок. - Дисс....канд. техн. наук, Ростов 1968.

97. Груздева Л.П., Ерофеев Б.И. Содержание овец и коз. Приусадебное хозяйство. – М.: Сталкер, АСТ, 2007. – 224 с.
98. Губинский А.И., Кобзев В.В. Оценка надежности деятельности человека-оператора в системах управления. – М.: Машиностроение, 1975 – 52 с.
99. Губинский А.И., Евграфов В.Г. Эргономическое проектирование судовых систем управления. – М.: Судостроение, 1977. – 244с.
100. Гулянский П.В. Обоснование рациональных параметров режущего аппарата машинок для стрижки овец. – Ставрополь: кн. изд, 1962, 40 с.
101. Гулянский П.В., Титов А.С. К вопросу об усовершенствовании режущей пары машин для стрижки овец. // Сб. науч. тр. /Ставропольский СХИ. 1976. - Вып. 39. - С. 37-41.
102. Гумилева Н.А., Дейхман Е.К., Житков Ф.С., Кочеткова О.В. Определение качества невыттой шерсти. – М.: Центросоюз, 1961, 68 с.
103. Гутер Р.С., Овчинский В.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. – М.: Наука, 1970.
104. Де Монмоллен М. Системы «человек и машина». - М.: Мир. – 1973. – 256 с.
105. Дегтярев Г.П. Механизация промышленного овцеводства. – М.: Колос, 1980, 368 с.
106. Длин А.М. Факторный анализ в производстве. – М.: Статистика, 1975. – 328 с.
107. Драйпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. – М.: Статистика, 1970.
108. Дружинин В.В., Конторов Д.С., Системотехника. – М.: Радио и связь, 1985. – 200 с.
109. Дятлова О.Н., Лихачева Е.И. Значение жиропота для сохранения качества тонкой шерсти. – Труды ВНИИОК, вып.29, т. 1, 1969.

110. Егорова Т.Н. Трение в технологическом процессе резания лезвием. – Сб. тр. по земледельческой механике. т. 2. – М.: Сельхозгиз, 1954.
111. Ерохин А.И, Ерохин С.А. Овцеводство. М.: Изд-во МГУП, 2004. – 480 с.
112. Ерохин А.И., Ерохин С.А. Разведение овец и коз. – Л.: АСТ, Транзиткнига, Астрель. – 2004. –336 с.
113. Ерохин А.И., Соколов В.В. Куц Г.А. Храиченков В.Д., Задулина В.И. Козоводство: Учебн. пособие. – М.: Изд. МСХА, 2001. – 208 с.
114. Есаулов П.А. Совершенствование методов механизации стрижки и первичной классировки шерсти в Австралии.// Овцеводство, 1974, №6.
115. Заварыки В.М. и др. Численные методы: Учеб. пособие для студентов физ.- мат. спец. пед. ин-тов/ В.М. Заварыкин, В.Г. Житомирский, М.П.Лапчик.- М.: Просвещение, 1990- 176 с.
116. Загаевский И.С., Жмурко Т.В. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии переработки продуктов животноводства. – М.: Колос, 1983. —223 с.
117. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1999 – 270 с.
118. Закс Л. Статистическое оценивание. – М.: Статистика, 1976. – 598 с.
119. Запорожцев Е.Б. Пуховое козоводство в России// Зоотехния. – М. – 2001, №4. – с. 7 – 8.
120. Зарытовский В.С., Крисюк В.И., Вениаминов А.А. и др. Справочник по овцеводству. –М.: Колос, 1982. – 239 с.
121. Зеленский Г.Г. Козоводство. – М.: Колос, 1981. – 168 с.
122. Зигель А., Вольф Д. Модели группового поведения в системе человек-машина — М.: Мир. — 1973. — 261 с.
123. Зипер А.Ф. Содержание коз и овец.– Л.: АСТ, Сталкер. – 2006. – 48 с.

124. Зяблов В.А. Машинки для стрижки животных (конструкция и расчет). – М.: Машгиз, 1948, 64 с.

125. Зяблов В.А. Основы технологического процесса резания в режущих аппаратах кормоприготовительных машин. – М.: Колос, 1964, 140 с.

126. Зяблов В.А. Экспериментально – теоретическое обоснование режущего аппарата машинок для стрижки овец. – М.: Отчет ВИМ, 1938.

127. Иванов Ю.А. Инновационные направления развития механизации и автоматизации животноводства. Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства, 2011; N 3.- С. 3 - 19.

128. Иванов Ю.Г., Лапкин А.Г. Повышение эффективности очистки сосков вымени коров при применении щеточных устройств на автоматических доильных установках. Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства, 2014; N 4. - С. 98.

129. Иванов Ю.Г., Лапкин А.Г. Усовершенствованное устройство для преддоильной обработки сосков вымени коров на роботизированных фермах с выгулом животных на площадках и пастбищах. Труды 9-й международной научно-технической конференции энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Москва, ГНУ ВИЭСХ, 2014; т.3. - С. 75.

130. Ильин Е. П. Психофизиология состояний человека. — СПб.: Питер, 2005. — 412 с.

131. Информационно – управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: Справочник/А.Н. Адаменко, А.Т. Ашерев и др.; Под общ. Ред. А.И. Губинского и В.Г. Евграфова. – М.: Машиностроение, 1993. – 528 с.

132. Карасев Л.И. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Статистика, 1979. – 279 с.

133. Карпенко А.Н. Некоторые вопросы экспериментального исследования режущего аппарата. В кн. Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. т. IV, под ред. В.П. Горячкина. – М.: 1966.
134. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1983. – 495 с.
135. Карташов Л. П. и др. Повышение надежности системы «человек – машина – животное». – Екатеринбург: УОРАН, 2000.
136. Карташов Л.П. Машинное доение коров. – М.: Колос. – 1982. – 300 с.
137. Карташов Л.П. Методы расчета биологических и технических параметров системы «человек-машина-животное»:уч. пособие. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2007. – 152 с.
138. Карташов Л.П. Повышение эффективности эксплуатации системы «человек-машина-животное»: в сб. «Научные основы совершенствования механизированных технологий в животноводстве»/Под ред. Проф. Л.П. Карташова. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2010. – 178 с.
139. Карташов Л.П., Зубкова Т.М. Параметрический и структурный синтез технологических объектов на основе системного подхода и математического моделирования. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 225 с.
140. Карташов Л.П., Поздняков В.Д. Методические материалы по совершенствованию технических средств для чески пуха коз. Москва – Оренбург, 2006. – 24 с.
141. Карташов Л.П., Соловьев С.А. Повышение надежности системы «человек-машина-животное». Екатеринбург: УрО РАН, 2000.
142. Карташов Л.П., Хлопко Ю.А., Нигматов Л.Г., Салов В.А. Расчет силового взаимодействия очищающих элементов с поверхностью кожного покрова КРС. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2014; N 6.
143. Карташов Л.П., Хлопко Ю.А., Осипова А.М. Теоретические основы создания устройств и оборудования для механической обработки

кожного покрова сельскохозяйственных животных. Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства, 2014; N 4. - С. 129-132.

144. Каскинова Н.Н. Совершенствование конструктивно-технологических параметров тренажеров для обучения операторов машинного доения коров. – Автореф. дисс. ... кандидата техн. наук, Оренбург, 2002.

145. Керимов У. Исследование и обоснование основных параметров машинки со встроенным электродвигателем колебательного движения для стрижки овец. – Дисс. ... канд. техн. наук. Ашхабад, 1973. - 205 с.

146. Кильвайн Г. Руководство по молочному делу и гигиене молока (пер. с нем. В. Н. Базонова, под общ. ред. П. В. Кугенева). – М.:Россельхозиздат, 1980. – 205 с.

147. Кисель В.И. Козы и овцы. Разведение. Выращивание. Использование продукции. – М.: Владис, 2002. - 192 с.

148. Кленин Н.И., Саун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 671 с.

149. Клименко Д. Б. Определение мощности привода устройства для обработки вымени коров перед доением. Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2007. – № 6. – с. 9-10.

150. Клименко Д.Б. Разработка и обоснование параметров устройства для санитарной обработки вымени коров перед доением на автоматизированной доильной установке//Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Мичуринск, 2012. – 20 с.

151. Клятис Л.М. Физическое моделирование загрузочных режимов при стендовых испытаниях. // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1965, №4.

152. Коваленко П.В. Овцы и козы. Породы, разведение, содержание, уход. – М.: Феникс. - 2005. – 256 с.

153. Ковальчикова М. Адаптация и стресс при содержании и разведении сельскохозяйственных животных / М. Ковальчикова, К. Ковальчик. М.: Колос, 1978.-271 с.

154. Кокорина Э.П. Условные рефлексы и продуктивность животных. М.: Агропромиздат, 1986.

155. Колосов Ю.А., Запорожцев Е.Б., Баранников А.И. Основы козоводства. Ветеринария и животноводство. – М.: Феникс. – 2002. - 128 с.

156. Кормановский Л.П. Новый этап технического прогресса в машинном доении// Техника в сельском хозяйстве. 1995. №4.

157. Кормановский Л.П., Мороз Н.М., Цой Л.М. Обоснование системы технологий и машин для животноводства. – М.: ИК «Родник», ж-л «Аграрная наука», 1999. – 228 с.

158. Косилов В.И., Мироненко С.И., Крылов В.Н., Тихонов П.Т., Андриенко Д.А. Характеристика кожно-волосяного покрова бычков чёрно-пёстрой и симментальской пород и их двух-трёхпородных помесей. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2013; №5. – с. 125-127.

159. Костюк В.И., Ходаков В.Е. Системы отображения информации и инженерная психология. – Киев; Высшая школа, 1977. – 192 с.

160. Котик М.А. Саморегуляция и надежность человека - оператора. – Таллин: Валгус, 1974. – 168 с.

161. Кочиш И. И., Калюжный Н. С., Волчкова Л. А., Нестеров В. В. Зоогигиена: Учебник / Под ред. И. И. Кочиша. — СПб.: «Лань», 2008. — 464 с.

162. Кочнев А.М., Заикин А.Е., Галибеев С.С., Архиреев В.П. Физикохимия полимеров. – Казань: Изд-во «Фэн», 2003. – 512 с.

163. Краморов Ю.И. Исследование и обоснование основных параметров машинки со встроенным электродвигателем для стрижки овец. – Дисс. ... канд. техн. наук. М., 1965. - 172 с.

164. Краткосрочные экономические показатели Оренбургской области за 2012 г. : Крат.стат.сб./ Оренбургстат – Оренбург, 2013. – 36 с.
165. Краткосрочные экономические показатели Оренбургской области за январь 2014 г. : Крат.стат.сб./ Оренбургстат – Оренбург, 2013. – 52 с.
166. Кривобоков Ю.А., Шевхужев А.Ф., Воронцов И.И. Технология и механизация животноводства в фермерских хозяйствах./Под общ. ред. И.И.Воронцова. – Учебное пособие. – Черкесск: Изд-во. ООО «Полиграфист-2», 2006. – 349 с.
167. Крисюк В.И. Какими режущими парами пользоваться при стрижке овец. //Овцеводство. – 1967. - №4, с. 27.
168. Крисюк В.И. Технологические и инженерно – технические основы процесса стрижки овец. – Дисс. ... докт. сельскохозяйственных наук, Ставрополь, 1983.
169. Крисюк В.И., Ангилеев О.Г. Заточка режущих пар для стрижки овец на чугунных дисках. Информ. листок./Ставропольский ЦНТИ, 1969, № 22.
170. Крисюк В.И., Ангилеев О.Г. Пути совершенствования стригальных машинок.// Овцеводство. – 1964. - № 4, с.24 – 26.
171. Крисюк В.И., Прутков Н.Д. К теории резания шерсти машинкой для стрижки овец.//Механизация и электрификация социалистического с.х. – 1969. - № 5.
172. Крисюк В.И., Прутков Н.Д. Новое в теории резания шерсти стригальной машинкой. - Труды ВНИИОК, вып. 31, т. 2, с.105 – 109.
173. Крисюк В.И., Прутков Н.Д. Стендовые экспресс - испытания машинок для стрижки овец.// Вестник с.х. науки. – 1969. - № 8, с. 141 – 143.
174. Крисюк В.И., Прутков Н.Д. Стендовые экспресс – испытания машинок для стрижки овец. – Труды ВНИИОК, вып. 31, т.2, 1971, с.115 – 118.
175. Крисюк, В.И., Шевченко Г. Залог успешной работы. //Сельский механизатор. – 1978. - №9, с. 27.

176. Кузнецов Т.И. Шерстование. – М.: Международная книга, 1950. – 403 с.
177. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных. – М.: Форум: Инфра –М, 2006. – 512 с.
178. Кульчумова Г.И. , Заднепрянский И.П. Методические рекомендации по изучению кожного покрова и качества кожевного сырья крупного рогатого скота. Оренбург, 1988. 32 с.
179. Кухтенко А.И. Кибернетика и фундаментальные науки. – К.; Наук. Думка, 1987, - 144 с.
180. Лебедько Е.Я., Никифорова Л.Н. Коза в личном хозяйстве. Выбор породы, содержание, разведение и профилактика заболеваний. – М.: Аквариум ЛТД. – 2006. –160.
181. Лебедько Е.Я., Никифорова Л.Н. Козы. Разведение, содержание, уход. – М.: Феникс. – 2007. – 192 с.
182. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины. – М.: Сельхозгиз, 1955. - 765 с.
183. Лихницкая И.Н. Методика определения степени физического напряжения при производственной деятельности. Л.: ЛДНТП, 1973.
184. Ломов Б.Ф. Человек и техника. Очерки инженерной психологии. – М.: Советское радио, 1966. – 464 с.
185. Лосик С.В., Сорокин Э.П., Конончук С.Н., Веремей Э.И и др. Повышение производительности и безопасности ветеринарного обслуживания крупного рогатого скота на фермах. Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства, 2012; N 4. - С. 109-114.
186. Мадалиев А. Анализ рабочих скоростей высокоскоростных машинок. – Материалы 2 – й межвузовской научно - технической конференции по применению высокочастотных машин с электроприводом повышенной частоты в сельском хозяйстве. - Краснодар, 1968, с. 179 – 182.

187. Мадалиев А. Исследование и обоснование основных параметров кинематической схемы стригальных машинок. //Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. - Ашхабад, 1967.- 21 с.
188. Малашенко Н.П., Горбунов Б.Ф. Техническое обслуживание машин и оборудования в овцеводстве. – М.: Россельхозиздат, 1978, - 182 с.
189. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. — Л.: Колос, 1981. – 296 с.
190. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 640 с.
191. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Роцин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос, 1972. – 200 с.
192. Мендельсон Д.А. Новые данные в химии белков волоса. – М. – 1964.
193. Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем: математические основы. – М.: Мир, 1978. – 312 с.
194. Месхи К.А. Исследование и обоснование конструкции и основных параметров высокоскоростной стригальной машинки МС 200М. – Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. - Тбилиси, 1967. - 23 с.
195. Методика определения экономической эффективности технологии и сельскохозяйственной техники. Часть 1./ Под рук. к.т.н. А.В. Шпилько. – М.: ГП УСЗ Минсельхозпрода России, 1998. – 219 с.
196. Методика определения экономической эффективности технологии и сельскохозяйственной техники. Часть 2. нормативно – справочный материал./ Под рук. к.т.н. А.В. Шпилько. – М.:РИЦ ГОСНТИИ, 1998. – 252 с.
197. Методы определения аминокислот в кормах животноводческой продукции и продуктах обмена. Дубровицы. – 1967.
198. Миргиев И.А. Биотехническая система машинного доения овец// Сб. научн. тр. / ВНИИМЖ «Механизация и автоматизация технологических процессов в животноводстве», - Подольск. – 1997. – т.5. Ч. II.

199. Миргиев И.А. Машинные технологии и технические средства для доения овец. Дисс. на соиск. уч. ст. д.т.н. наук. –М.: 1997.
200. Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е. и др. Технология и технические средства машинной стрижки овец. – Кострома: КГСХА, 2010. – 238 с.
201. Морозов Н.М. Состояние и направление технического прогресса в механизации животноводства России. – Механизация и электрификация сельского хозяйства. Выпуск 96. – Глеваха, 2012. С. 299 - 313
202. Морозов Н.М., Евстропов А.С., Солдатова Т.Г. Программный комплекс по формированию технологических карт для животноводческих ферм. Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства, 2011; N 1.- С. 16.
203. Мурадов Б.Н. Исследование работы режущего аппарата стригальных машинок. – Ашхабад, изд. с.х. Туркменистана, 1969, 30 с.
204. Мусалаев Х.Х. преобразование аборегенных коз и их совершенствование. Автореф. на соиск. уч. ст. д.с-х.н. Ставрополь, 2007
205. Николаев А.И. Основы шерстоведения. – М.: Загот издат, 1949. – 191 с.
206. Николаев А.И., Ерохин А.И. Овцеводство/ Под ред. А.И. Ерохина 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 384 с.
207. Нормы технологического проектирования овцеводческих предприятий НТП-АПК 1.10.03.001-00 Москва, 2000. –35 с.
208. Носов М.С., Оранский Н.Н., Перфилов В.А. Механизация работ на животноводческих фермах. – М.: Профтехиздат, 1963. – 400 с.
209. Овцеводство и козоводство. Под ред. П.А. Есаулова. – М.: Сельхозиздат, 1956. – 678 с.
210. Овцеводство и козоводство. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990г. – 335 с.
211. Овцеводство./Джапаридзе Т.Г., Зарытовский В.С. и др. – М.: Колос, 1983. – 446.с.

212. Огородников П.И. Научно-технические основы повышения эффективности применения доильного оборудования в молочном животноводстве. – М.: Колос, 1995.

213. Ожигов В.П. Очерки теории инженерно-биологических систем (на примере животноводства). Новосибирск, 1996.

214. Организация стрижки овец и классировки шерсти в колхозах и совхозах (рекомендации). – М.: Агропромиздат, 1986. – 57 с.

215. Оренбургская область в цифрах. 2013: Крат.стат.сб./ Оренбургстат – Оренбург, 2013. – 124 с.

216. Орлов И.М. Химический состав и физико-химические свойства шерсти: Учебн. пособие/ МВА им. К.И. Скрябина. – М., 1975. – с. 3 – 7.

217. Основные показатели сельского хозяйства в России в 2011 г.: Стат.сб./Росстат - М., 2012.

218. Отраслевая целевая программа «Развитие овцеводства и козоводства в Российской Федерации на 2012-2014 гг. и на плановый период до 2020 года» (утв. приказом Минсельхоза РФ от 2 сентября 2011 г. № 294)

219. Павлов В. В. Начала теории эргатических систем / Павлов В. В. - Киев: Наукова Думка, 1975. - 237 с.

220. Пат. № 2348764 Российская Федерация, МПК7 Е 03 В 5/00, Самовсасывающая водоподъемная установка на базе лопастных насосов/ Квашенников В.И., Поздняков В.Д., Хаустова Е.В., Хлопко Ю.А. (RU); заявитель и патентообладатель Оренбургский государственный аграрный университет. - № 2007112546/03, заявл. 04.04.2007; опубл. 10.03.2009, Бюл. №7.

221. Пат. № 2352725 Российская Федерация, МПК7 Е 03 В 5/00, Самовсасывающая водонасосная установка на базе центробежного насоса/ Квашенников В.И., Поздняков В.Д., Хаустова Е.В., Хлопко Ю.А. (RU); заявитель и патентообладатель Оренбургский государственный аграрный университет. - № 2007112549/03, заявл. 04.04.2007; опубл. 20.04.2009, Бюл. №11.

222. Патент 2040166 РФ МКЛ.А01К 11/00 Гребенка для вычесывания пуха у животных./ Поздняков В. Д., Тенищев А. С., Сечин В. А. Оpubл. Бл. №24. 25.07.1995

223. Патент 2057636 С1 RU МКЛ В26В 19/24. Нож стригальной машинки для животных./ Алексенко Н.П., Семенихин А.М., Шишина И.А., Щербина В.И., Яламов В.Ф., Луценко В.И. Заявлено 02.04.93. Оpubл. 10.04.96.

224. Патент 2113344 С1 RU МКЛ В26В 19/24, В26В 19/00. Нож стригальной машинки./ Алексенко Н.П., Семенихин А.М., Фирсов В.И., Шишина И.А., Щербина А.И., Щербина В.И., Яламов В.Ф. Заявлено 23.02.95. Оpubл. 20.06.98.

225. Патент № 2224424 РФ, МПК7 А 01 К 13/00, 14/00, Устройство для получения отпечатков среза шерсти [Текст]/Словьев С.А., Карташов Л.П., Хлопко Ю.А.; заявл. 01.10.2001; опубл. 27.02.2004, Бюл. №6

226. Патент № 2224425 РФ, МПК7 А 01 К 14/00, Способ определения качества работы режущего аппарата стригальной машинки / Словьев С.А., Карташов Л.П., Хлопко Ю.А.; заявл. 01.10.2001; опубл. 27.02.2004, Бюл. №6

227. Патент РФ 2438301 МКЛ. А 01к 13/00. Устройство для чистки животных./ Васильева Т.Н., Васильев В.Г., Васильев В.В. Оpubл. Бл. № 1 10.01.2012.

228. Плис А.И., Сливина Н.А. MathCAD 2000. Математический практикум для экономистов и инженеров: Учеб. пособие. - М.: Финансы и статистика, 2000.- 656с.

229. Плохинский Н.А. Биометрия / 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1970. - 367 с.

230. Повышение шерстной продуктивности овец. – М.: Колос, 1976. – 304 с.

231. Погорелый Л.В., Луценко М.М. Биотехнические системы в животноводстве. Киев: Урожай, 1992.

232. Поздняков В.Д. Повышение надежности и эффективности функционирования операторов механизированных процессов животноводства. Дисс. на соиск. уч. ст. д.т.н. наук. – Оренбург, 2006.

233. Поздняков В.Д. Подготовка режущей пары.//Уральские нивы. – 1980. - № 1. с.53.

234. Поздняков В.Д. Управление трудовой деятельностью операторов биотехнических систем в животноводстве. – Сложные (биотехнические) системы. Тезисы докладов конференции. – Оренбург, 1996.

235. Поздняков В.Д., Козловцев А.П., Комарова Н.К., Кукаев Х.С. Совершенствование процесса и технических средств ветеринарно-санитарного обслуживания КРС и лошадей. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2012; №6. – с. 73-75.

236. Поздняков В.Д., Ротова В.А. Исследование процесса ручного вычесывания пуха//Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2008. №1. С. 46-48.

237. Поздняков В.Д., Ротова В.А. Моделирование кинематики и динамики движения чесальщиков пуха коз// Научно-технический прогресс в животноводстве – ресурсосбережение на основе создания и применения инновационных технологий и техники. Сб. науч. тр. ГНУ НИИТИМЖ, т. 18, ч. 2. – Подольск: ГНУ НИИТИМЖ Россельхозакадемии, 2008. – с. 195 – 202.

238. Поздняков В.Д., Ротова В.А. Совершенствование технологии и техники средств при ческе пуха коз.// Материалы Всероссийской научно-практической конф. «Проблемы и перспективы развития инновационной деятельности в агропромышленном производстве» в рамках 17 Международной специализированной выставки «АгроКомплекс – 2007», ч. 2. – Уфа, 2007. – с. 90 – 92.

239. Поздняков В.Д., Ротова В.А., Ушаков Ю.А. Математическое обоснование конструктивно – режимных и технологических параметров пуховычесывающих устройств.// Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. Т. 1. № 25-1. С. 80-82.

240. Поздняков В.Д., Хлопко Ю.А. Комплексное оборудование для повышения качества стрижки овец. Сб. науч. тр. / Всерос. науч.-исслед. и проект.-технол. ин-т механизации животноводства. - Подольск, 2004; Т. 13, ч. 2. - С. 258-259.

241. Полозов П.А. Исследования процесса резания шерсти и обоснование оптимальных параметров режущего аппарата стригальных машинок повышенной производительности. – Дисс. ... канд. техн. наук, ЛСХИ, 1958.

242. Полозов П.Л. Технологические свойства шерсти, как материала подлежащего резанию при стрижке. – Записки Ленинградского СХИ, т. 86, 1961.

243. Полозов П.Л., Фириченков В.Е., Русаков А.Н.. Машинки для стрижки овец с усовершенствованным механизмом прижатия ножа к гребенке. // Сб. тр. Туркм. СХИ. Ашхабад, 1990. - Т. 34.-С. 274-282.

244. Правила по охране труда в животноводстве. ПОТ Р О-006-2003. М.: ФГНУ "Росинформагротех" 2003.

245. Приказ Минсельхоза РФ от 2 сентября 2011 г. № 294 «Об утверждении отраслевой целевой программы «Развитие овцеводства и козоводства в России на 2012 - 2014 гг. и на плановый период до 2020 года».

246. Приспособление для вычесывания пуха у животных: Информ. листок/ Оренбургский ЦНТИ, 1992. - № 250 – 92.

247. Приспособление для заправки рабочих кромок зубьев для чески пуха: Информ. листок/ Оренбургский ЦНТИ, 1994. - № 32-94

248. Производственная эргономика / ред. С. И. Горшкова. – М.: Медицина, 1979. – 312 с.

249. Промышленное овцеводство./ под ред. Зарытовского. – М.: Колос, 1980. – 288 с.

250. Прутков Н.Д. Исследование по обоснованию параметров и эксплуатационных режимов работы машинок для стрижки овец. – Дисс....канд. техн. наук, Ставрополь, 1970.

251. Прутков Н.Д., Рубцов П.А. Исследование влияния геометрии и скорости движения ножа на сопротивление стригальной машинки. – Труды Ставропольского СХИ, вып. 24, т. 5, 1970.

252. Резник Н.Е. Академик В.П. Горячкин основоположник теории резания лезвием. // Механизация и электрификация социалистического с.х. – 1968. – № 1.

253. Резник Н.Е. Взаимодействие лезвия с материалом в процессе его резанья и износ лезвия. – В кн.: Повышение износостойкости и долговечности режущих элементов сельскохозяйственных машин. Под ред. Н.Е. Резника. Минск, 1967.

254. Резник Н.Е. Классификация режущих аппаратов и видов износа лезвийных рабочих органов. – В кн.: Повышение износостойкости и долговечности режущих элементов сельскохозяйственных машин. Под ред. Н.Е. Резника.. М.: ОНТИ ВИСХОМ, 1971.

255. Резник Н.Е. Острота лезвия и методы ее измерения.// Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1972. – № 6.

256. Резник Н.Е. Пути повышения износостойкости и долговечности режущих элементов сельскохозяйственных машин. // Тракторы и сельхозмашины, 1967 – №2.

257. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов. – М.: Машиностроение, 1975, 310 с.

258. Родионов В.А., Екимов А.Е. Оренбургские козы – это пух и молоко./ Молочное и мясное скотоводство. – М. – 1997, №1. – с. 33 – 35.

259. Розен Р. Принцип оптимальности в биологии – М.: Мир, 1969. - 215 с.

260. Россия в цифрах. 2013: Крат.стат.сб./Росстат- М., 2013. - 573 с.

261. Ротова В.А. Совершенствование технологии и технического средства для механизированного вычесывания пуха коз. Дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н. Оренбург, 2009.

262. Рошин П.М. Механизация ветеринарно-санитарных работ. М.: Росагропромиздат 1990, 224 с.
263. Рыбаков М.И. Комплексная механизация овцеводства. – Алма – Ата: Кайнар, 1985 с. 100 – 109.
264. Сабликов М.В. Сельскохозяйственные машины. Ч. 1. Устройство и работа. – М.: Колос, 1968. – 343 с.
265. Сабликов М.В. Сельскохозяйственные машины. Ч. 2. Основы теории и технологического расчета. – М.: Колос, 1968. – 296 с.
266. Сабликов М.В., Корнев А.И., Роженцев В.А. Механизация сельского хозяйства. – М.: Колос, 1980. – 319 с.
267. Савина И.В., Султанов М.С. Влияние препарата РІР АНS на микрофлору животноводческих помещений. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2013; №4. – с. 95-98.
268. Сахал . Д. Технологический процесс, концепции, модели, оценки. – М.: Финансы и статистика. – 1985. – 367 с.
269. Сборник зоотехнических и технических требований для комплексной электромеханизации животноводческих и птицеводческих ферм. – М.: ВИЭСХ, 1969.
270. Сборник зоотехнических и технических требований для комплексной электромеханизации животноводческих и птицеводческих ферм. – М.: ВИЭСХ, 1974, вып. 4.
271. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014618994 Анализ работы режущего аппарата /Хлопко Ю.А., Карташов Л.П., Осипова А.М., Хусаинов Д.Н. (RU). – №2014616751 Заявлено 11.07.2014; Зарегистр. 05.09.2014
272. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014619783 Расчет силового взаимодействия в момент начала резания лезвием /Хлопко Ю.А., Карташов Л.П., Осипова А.М. (RU). – №2014617781 Заявлено 05.08.2014; Зарегистр. 22.09.2014

273. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014662114 Анализ силового взаимодействия в момент начала резания лезвием /Хлопко Ю.А., Карташов Л.П., Осипова А.М. (RU). – №2014617711 Заявлено 05.08.2014; Зарегистр. 24.11.2014

274. Свидетельство РФ на полезную модель № 27776 Щетка. /Максимов Б.Ю., Макаров А.К. Оpubл. 20.02.2003.

275. Свидетельство РФ на полезную модель №7362 Заточной аппарат. /Демченко В.А., Поздняков В.Д., Хлопко Ю.А. Оpubл. Бюл. №8, 1998.

276. Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. 2009: Стат.сб./Росстат - М., 2009. – 439 с.

277. Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. 2011: Стат.сб./Росстат - М., 2011. – 446 с.

278. Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. 2013: Стат.сб./Росстат - М., 2013. – 462 с.

279. Сидоров В.И. Контроль качества шерсти. – М.: Колос, 1974. – 159 с.

280. Система технологий и машин для механизации и автоматизации производства продукции животноводства и птицеводства на период до 2020 года. – М.: ГНУ ВНИИМЖ, 2013. – 224 с.

281. Соколов В.М. Комплексная механизация овцеводства, Справочник. – М.: Агропромиздат, 1987. - 215 с.

282. Соколова Л.С. Шлифование абразивными лентами с постоянной силой прижима. – М.: Компания Спутник, 2005 г. – 146 с.

283. Соловьев С.А., Карташов Л.П. Исполнительные механизмы системы «человек-машина-животное». Екатеринбург: УрО РАН, 2001.

284. Социально – экономическое положение оренбургской области в 2013 году Стат.сб./Оренбургстат. – Оренбург, 2014. – 63 с.

285. Справочник заведующего овцеводческой и козоводческой фермой. Под ред. Есаулова П.А. – М.: Сельхозиздат, 1951.

286. Справочник по инженерной психологии / Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 1982. – 368 с.
287. Справочник по шерстопрядению /Афанасьев В.К., Летербух Г.О. и др. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 488 с.
288. Статистический ежегодник Оренбургской области. 2012: Стат.сб./Оренбургстат. – Оренбург, 2012. – 196 с.
289. Статистический ежегодник Оренбургской области. 2013: Стат.сб./Оренбургстат. – Оренбург, 2013. – 186 с.
290. Стенд для ускоренных и износных испытаний агрегатов для стрижки овец СИАСА – 12. Каз МИС, 1967.
291. Суюнчалиев Р.С. Серебряков Р.А. Тургенбаев М.С. Энергосберегающая технология извлечения жира из шерсти тонкорунных овец/труды 6-й Международной научно-технической конференции. Часть 3. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2008. С. 204 – 210.
292. Суюнчалиев Р.С. Стрижка овец и вычесывание пуха у коз. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 67 с.
293. Тадыкин В.Н. Пуховое козоводство в Горном Алтае// Главный зоотехник. – М. – 2004, №7. – с. 23 – 24.
294. Тарасов Е.М. Подготовка и процесс механической стрижки.// Овцеводство. – 1934. - № 8, с. 18 – 21.
295. Таха Х.А. Введение в исследование операций.- М.: Изд. дом «Вильямс», 2001. – 912 с.
296. Технология системного моделирования // Е.Ф. Аврамчук, А.А. Вавилов, С.В. Емельянов и др.; под общ. ред. С.В. Емельянова и др. – М.: Машиностроение; Берлин: Техника, 1988. – 520 с.
297. Тренажер: Информ. листок/ Оренбургский ЦНТИ, 1995. - № 30 – 95.
298. Ужик В.Ф. Техническое обеспечение содержания коров и телят: в сб. «Научные основы совершенствования механизированных технологий в

животноводстве»/Под ред. Проф. Л.П. Карташова. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2010. – 178 с.

299. Ужик В.Ф., Клименко Д. Б. Устройство для санитарной обработки вымени коров. // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения / Материалы VIII международной научно-технической конференции. – Ч. II: Механизация, экономика, Блок социальных наук. – Белгород, 2004. – Изд. Белгородской ГСХА. – с. 128 – 129.

300. Уотермен Т., Брэдли Д.Ф., Месарович М. Теория систем и биология - М.: Мир, 1971. - 128 с.

301. Управление ГПС: Модели и алгоритмы // Под общ. ред. Академика АН СССР С.В. Емельянова. – М.: Машиностроение; Берлин: Техник, 1987. 368 с.

302. Учебник мастера машинного доения / Карташов Л.П., Звиняцковский В.Г., Сорокина Л.И. и др. – М.: «Колос», 1994. – 368 с.

303. Физиология сельскохозяйственных животных. Под ред. Шманенкова Н.А. – Л.: Наука, 1977. – 564 с.

304. Физиология сельскохозяйственных животных/А. Н. Голиков, Н. У. Базанова, З. К. Кожебеков и др.; Под ред. А. Н. Голикова.— 3-е изд., переработанное и дополненное.— М.: Агропромиздат, 1991.—432 с.

305. Физиология человека (учеб. для институтов физической культуры). / Под ред. Н.В. Зимкина. – М.: Физическая культура и спорт, 1975. – 496 с.

306. Физиология человека: Учебник / Под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. – 2-е изд. – М.: Медицина, 2003. – 656с.

307. Фомин В.И. Экспериментальное исследование бесподпорного среза травостоев.// Тракторы и сельхозмашины, 1962, №11.

308. Франс Дж., Торнли Дж. Х. М. Математические модели в сельском хозяйстве/ перевод с английского А.С. Каменского, под ред. Ф.И. Ерешко. – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.

309. Хазанов Е.Е., Гордеев В.В., Хазанов В.Е. Технология и механизация молочного животноводства: Уч. пособие / Под общ. ред. Е.Е. Хазанова. – СПб.: «Лань», 2010. – 352 с.

310. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. – М.: Колос, 2004. – 624 с.

311. Хлопко Ю.А. Безотказное оборудование - низкая энергоемкость. Сел. механизатор, 2007; N 10. - С. 37.

312. Хлопко Ю.А. Процессы механической обработки кожных покровов животных с позиции биотехнической системы «человек – машина – животное» – Механизация и электрификация сельского хозяйства. Выпуск 96. – Глеваха, 2012, с. 342-346

313. Хлопко Ю.А. Аналитическое обоснование рациональной технологии заточки режущих пар стригальных машинок. Тезисы докладов региональной научно практической конференции молодых ученых и специалистов. Ч. 1. Оренбург, 1998. – с.167

314. Хлопко Ю.А. К расчету усилия резания шерсти при стрижке овец стригальной машинкой. Техника в сел.хоз-ве, 2000; N 4. - С. 46.

315. Хлопко Ю.А. Методика оценки эксплуатационных параметров и свойств режущих пар стригальных машинок. – Региональная научно – практическая конференция молодых ученых и специалистов: / Сборник материалов, часть 1. – Оренбург, ИПК ОГУ, 2001. – с.147

316. Хлопко Ю.А., Осипова А.М. Обоснование и перспективы развития механической обработки кожного покрова животных. Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства, 2012; N 4. - С. 124-128.

317. Хлопко Ю.А. Проблемы надежности стригального оборудования и пути снижения энергоемкости при стрижке. Труды международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве» / Всерос. науч.-исслед. ин-т электрификации сел. хоз-ва. - Москва, 2006; Ч. 1. - С. 359-361.

318. Хлопко Ю.А. Проектирование средств механической обработки кожного покрова животных. Фундаментальные исследования, 2014; № 11 (часть 8) с. 1709 – 1712.

319. Хлопко Ю.А. Разработка комплекса оборудования для повышения качества стрижки овец Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2005; N 2. - С. 57-59

320. Хлопко Ю.А. Разработка методики и стенда для ускоренных испытаний качества заточки режущих пар стригальных машинок. – Тезисы докладов конф. «Механизация, техника и технология сельского хозяйства на рубеже XXI века». МИ. Агропромышленного комплекса Украины, УкрЦИТ, Дослідницьке, 2000.

321. Хлопко Ю.А. Совершенствование методов инженерной оценки стригальной машинки. – Труды сотрудников и преподавателей факультета механизации сельского хозяйства. Том 4/Тр. Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург ОГАУ., 2000.- с. 83.

322. Хлопко Ю.А. Совершенствование процесса и технических решений для заточки режущих пар стригальных машинок. Тезисы докладов региональной научно практической конференции молодых ученых и специалистов. Оренбург, 1997. – с.87

323. Хлопко Ю.А. Совершенствование средств и методов инженерной оценки стригальной машинки. – Труды сотрудников и преподавателей факультета механизации сельского хозяйства. Том 5/Тр. Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург ОГАУ., 2000.- с. 139.

324. Хлопко Ю.А. Стенд для ускоренных испытаний качества заточки режущих пар стригальных машинок. – Труды сотрудников и преподавателей факультета механизации сельского хозяйства. Том 3/Тр. Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург ОГАУ., 1999.- с. 102.

325. Хлопко Ю.А. Усилие резания шерсти при стрижке овец стригальной машинкой. – Региональная научно – практическая конференция

молодых ученых и специалистов Оренбуржья/ Сборник материалов. – Оренбург, ИПК ОГУ, 2000. – с.37

326. Хлопко Ю.А., Осипова А.М. Обоснование оптимальных эксплуатационных параметров режущего аппарата стригальной машинки. Сб. науч. тр. / Всерос. науч.-исслед. и проект.-технол. ин-т механизации животноводства. - Подольск, 2009; Т. 20, ч. 2. - С. 172-178

327. Хлопко Ю.А., Лауэр А.Е. Диагностика стригальных машинок и пути повышения эффективности процесса стрижки. Тезисы докладов региональной научно практической конференции молодых ученых и специалистов Оренбуржья. Оренбург, 1999. – с.97

328. Хлопко Ю.А., Нигматов Л.Г. Обоснование механической обработки кожного покрова крупного рогатого скота. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2013; N 3. - С. 99-103.

329. Хлопко Ю.А., Нигматов Л.Г. Устройство для механической обработки кожного покрова крупного рогатого скота. Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2014; N 2. - С. 62-63.

330. Хлопко Ю.А., Нигматов Л.Г., Панин А.А., Герасименко И.Г. Разработка многофункционального устройства для механической обработки кожного покрова КРС. Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства, 2014; N 4. - С. 133-136.

331. Хлопко Ю.А., Осипова А.М. Анализ режущего аппарата стригальной машинки с использованием математических моделей. Сб. науч. тр. / Всерос. науч.-исслед. ин-т механизации животноводства. - Подольск, 2011; Т. 22, ч. 2. - С. 198-202.

332. Хлопко Ю.А., Осипова А.М. Математическая модель функционирования биотехнической системы процесса механической обработки кожного покрова животного. Фундаментальные исследования, 2014; №11(часть 3) с. 534 – 539.

333. Хлопко Ю.А., Осипова А.М. Модернизация режущего аппарата стригальной машинки Техника в сел.хоз-ве, 2008; N 6. - С. 48-49.

334. Хлопко Ю.А., Осипова А.М. Оценка качества работы режущего аппарата стригальной машинки. – Региональная научно – практическая конференция молодых ученых и специалистов Оренбургской области / Сборник материалов – Оренбург, ИПК ОГУ, 2002. – с. 181

335. Хлопко Ю.А., Осипова А.М., Нигматов Л.Г. Совершенствование очищающих устройств для механической обработки кожного покрова Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства, 2013; N 3. - С. 202-206.

336. Хлопко Ю.А., Осипова А.М. Определение оптимальных значений параметров режущего аппарата машинки для стрижки овец. Вестник мясного скотоводства / Всерос. науч.-исслед. ин-т мясного скотоводства. Оренбург, 2009; Вып. 62, т. 4. - С. 123-129

337. Хлопко Ю.А., Осипова А.М. Перспективные направления развития технологии и устройств для стрижки овец. Вестник мясного скотоводства / Всерос. науч.-исслед. ин-т мясного скотоводства. Оренбург, 2009; Вып. 62, т. 4. - С. 129-133.

338. Хлопко Ю.А., Осипова А.М. Совершенствование технологии и механизмов для стрижки овец. Сб. науч. тр. / Всерос. науч.-исслед. и проект.-технол. ин-т механизации животноводства. - Подольск, 2007; Т. 17, ч. 2. - С. 191-196.

339. Хлопко Ю.А., Осипова А.М. Стенд для определения энергетических параметров стригальной машинки Сб. науч. тр. / Всерос. науч.-исслед. и проект.-технол. ин-т механизации животноводства. - Подольск, 2008; Т. 18, ч. 2. - С. 180-184.

340. Хлопко Ю.А., Ротова В.А., Осипова А.М. Перспективные направления совершенствования процесса чески пуха коз с позиции сложной биотехнической системы «человек – машина – животное». Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5; URL: www.science-education.ru

education.ru/119-15109 (дата обращения: 06.11.2014).

341. Хлопко Ю.А., Осипова В.М., Ротова В.А. Оценка качества работы устройств для стрижки овец и чески коз. Сб. науч. тр. / Всерос. науч.-исслед. ин-т механизации животноводства. - Подольск, 2010; Т. 21, ч. 2. - С. 164-169

342. Хлопко Ю.А., Ротова В.А., Осипова А.М.; Драницин Д.Ю. Повышение эффективности процесса стрижки овец и вычесывания пуха коз. Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства, 2013; N 3. - С. 224-22

343. Ходыко С.С. Устройства для диагностирования стригальных машин.// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1991. - № 4.

344. Ходыко С.С., Турецкий Б.С. Повышение надежности электростригальных машинок.// Механизация и электрификация с.х. – 1990. - № 10, с. 32 – 33.

345. Цибулевский И. Е. Человек как звено следящей системы. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 288 с.

346. Цибулевский И.Е. Ошибочные реакции человека-оператора. – М.: Сов. радио, 1979. – 208 с.

347. Цырендондоков Н.Д. Козы, овцы. Разведение и уход. Полезные советы фермеру. – М.: Вече, 1995. - 176 с.

348. Чернов О.А., Шкилев П.Н. Состояние и перспективы развития овцеводства и козоводства в Оренбургской области.// Овцы, козы, шерстяное дело. 2013. № 2. С. 66-70.

349. Чикалев А.И. Зоогигиена с основами проектирования животноводческих объектов: Учебное пособие. – СПб.: Изд. «Лань», 2006. – 224 с.

350. Чикалёв А.И. Пути развития пухового козоводства в российской федерации // Овцы, козы, шерстяное дело. 2013. № 2. С. 74-75.

351. Чикалёв А.И., Юлдашбаев Ю.А. Состояние шерстного козоводства в мире // Аграрная наука. 2012. № 8. С. 30-32.

352. Шевцов В.В., Суюнчалиев Р.С. и др. Установка для вычесывания пуха// Техника в сельском хозяйстве. – М. – 1987, №9. – с. 32.
353. Шейфер О.Я. Производство и оценка качества шерсти. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 204 с.
354. Шибанов Г. П. Количественная оценка деятельности человека в системах человек – техника. – М.: Машиностроение, 1983. – 263 с.
355. Шишина И.А. Обоснование параметров режущего аппарата машинок для стрижки овец на заданную высоту среза шерсти. //Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – зерноград, 2001. – 23 с.
356. Шкулов В.Л., Квашенников В.И., Коппель Б.Э. Эргономический анализ трудового процесса операторов машинного доения. Животноводство, 1980; №1.
357. Шлейников Б.В., Хлопко Ю.А. Возможные пути энергосбережения при автоматическом доении. Энергосбережение в сел.хоз-ве. - М.: ВИЭСХ. 1998; Ч.1. - С. 157-158.
358. Шманенков Н.А., Алиев А.А. Физиология сельскохозяйственных животных. – Л., Наука, 1978. – 744 с.
359. Шпак В.П., Ткаченко П.И., Овсянникова Н.Б. Станок для фиксации коз при вычесывании пуха// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1989, №12. – с. 46.
360. Щербатых М.А. Конструкция режущих пар. // Овцеводство, 1964, №5.
361. Этология сельскохозяйственных животных. Пер. с чешского Б.Н. Пакулева. Под ред. Е.Н. Панова. М.: Колос, 1977. – 304 с.
362. Юревич Е.И. Проектирование технических систем. Уч. пособие. – СПб.: СПбГТУ, 2001. – 98 с.
363. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Ч. 1. Статика. Кинематика: Учебник для техн. вузов. – 6-е изд. испр. – М.: Высш. шк., 1984. – 344 с.

364. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Ч. 2. Динамика: Учебник для техн. вузов. – 6-е изд. испр. – М.: Высш. шк., 1984. – 423 с.
365. Яковенко Т.П. Повышение технологической надежности оператора путем совершенствования условий труда в системе "человек-машина-животное". – Автореф. дисс. ... кандидата техн. наук, Оренбург, 2003.
366. Alastair Mackenzie, M.A. Prospects, problems and pitfalls in wool harvesting// Agr. Engg Australia, 1988 Т. 17. N 2, с.1
367. Atkinson K.R., Henshaw D.E. A study of a modern sheep shearing handpiece.//1, agric. Engng. Res. 1977. - 22. - Vol. 2. - P. 122145.
368. Bottoms D.Y., Cok A.L. Milking is easier than walking. Dairy Farmer. 1972, vol. 19, № 12, p. 22.23, 61.
369. Dudouet C. La production des bovins allaitants. — La France Agricole, 2004. — С. 383.
370. Field B.W. Shearing cutter. Australian Patent application 86399/82
371. Lensink J., Tillie M., Leruste H. L'Observation du troupeau bovin: Voir, interpréter, agir. — France Agricole Editions. — 2006. — С. 255.
372. Mills A. R. Sheep-ooo! The story of the world's fastest Shearer's. — Printed in Australia, by Hallstead press. Sydney, 1960. – 235 с.

Приложения

$$\eta = 0,554 + 0,0003\varphi + 7,708 \cdot 10^{-5}n - 3,667 \cdot 10^{-7}\varphi^2 + 9,238 \cdot 10^{-8}\varphi n + 1,23 \cdot 10^{-8}n^2$$

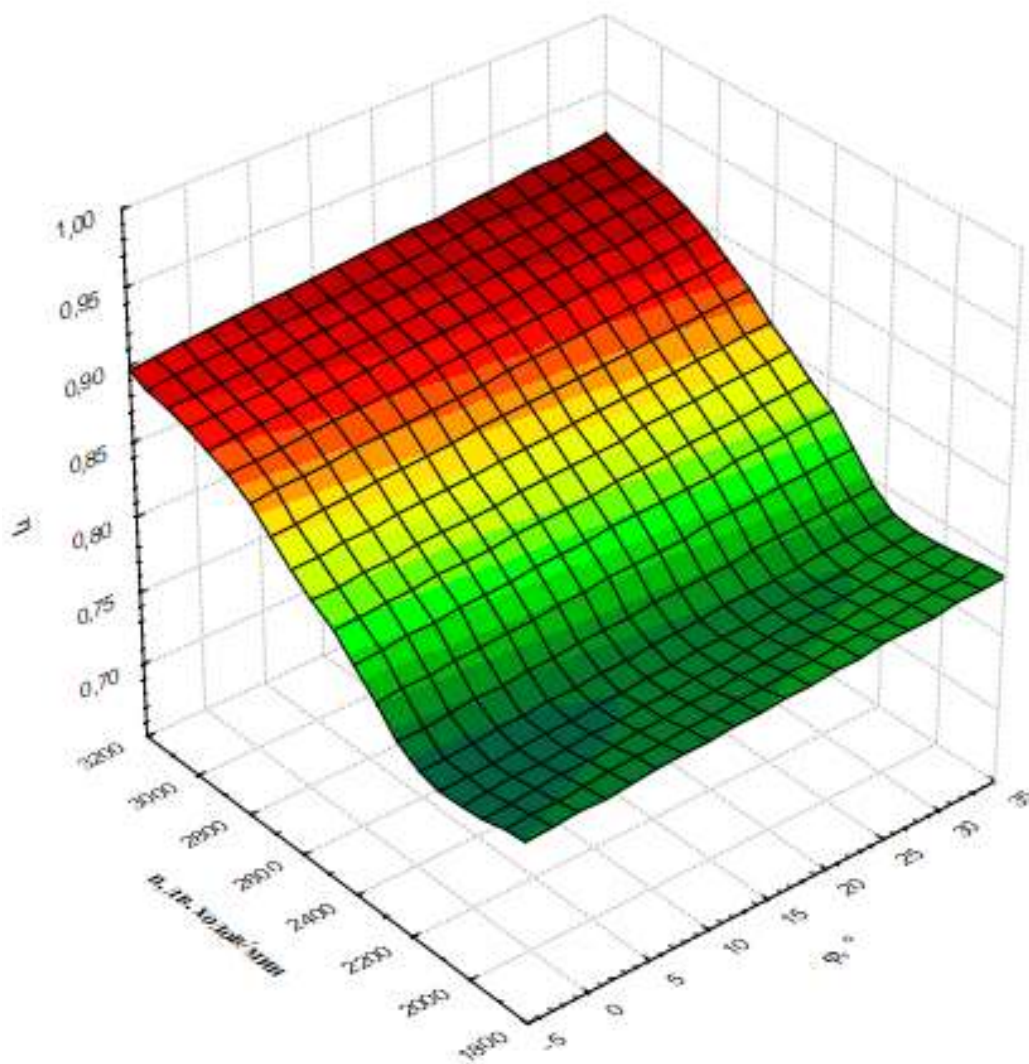


Рис. 1. Поверхность отклика, характеризующая качество работы предлагаемого режущего аппарата в зависимости от угла наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности φ и числа двойных ходов ножа n

η – коэффициент, характеризующий качество работы режущего аппарата;

φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы;

n – частота двойных ходов ножа, мин^{-1} .

$$\eta = 0,589 + 0,0005 \varphi + 0,516 V - 3,667 \cdot 10^{-7} \varphi^2 + 4,314 \cdot 10^{-5} \varphi V - 0,257 V^2$$

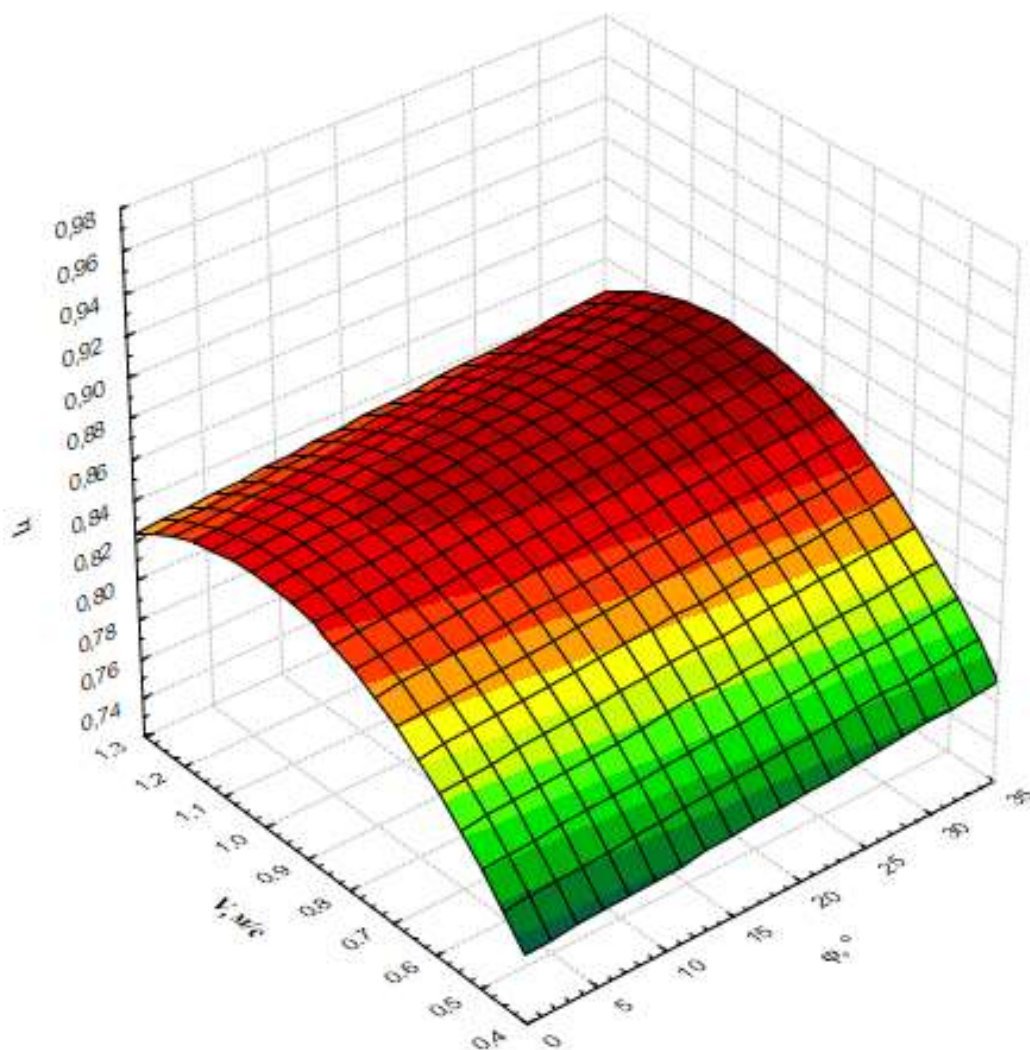


Рис. 2. Поверхность отклика, характеризующая качество работы предлагаемого режущего аппарата в зависимости от угла наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности φ и скорости подачи стригальной машинки V

η – коэффициент, характеризующий качество работы режущего аппарата;

φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы;

V – скорость подачи стригальной машинки, м/с.

$$\eta = 0,413 + 4,19 \cdot 10^{-5} n + 0,411 V + 1,23 \cdot 10^{-8} n^2 + 4,177 \cdot 10^{-5} nV - 0,257 V^2$$

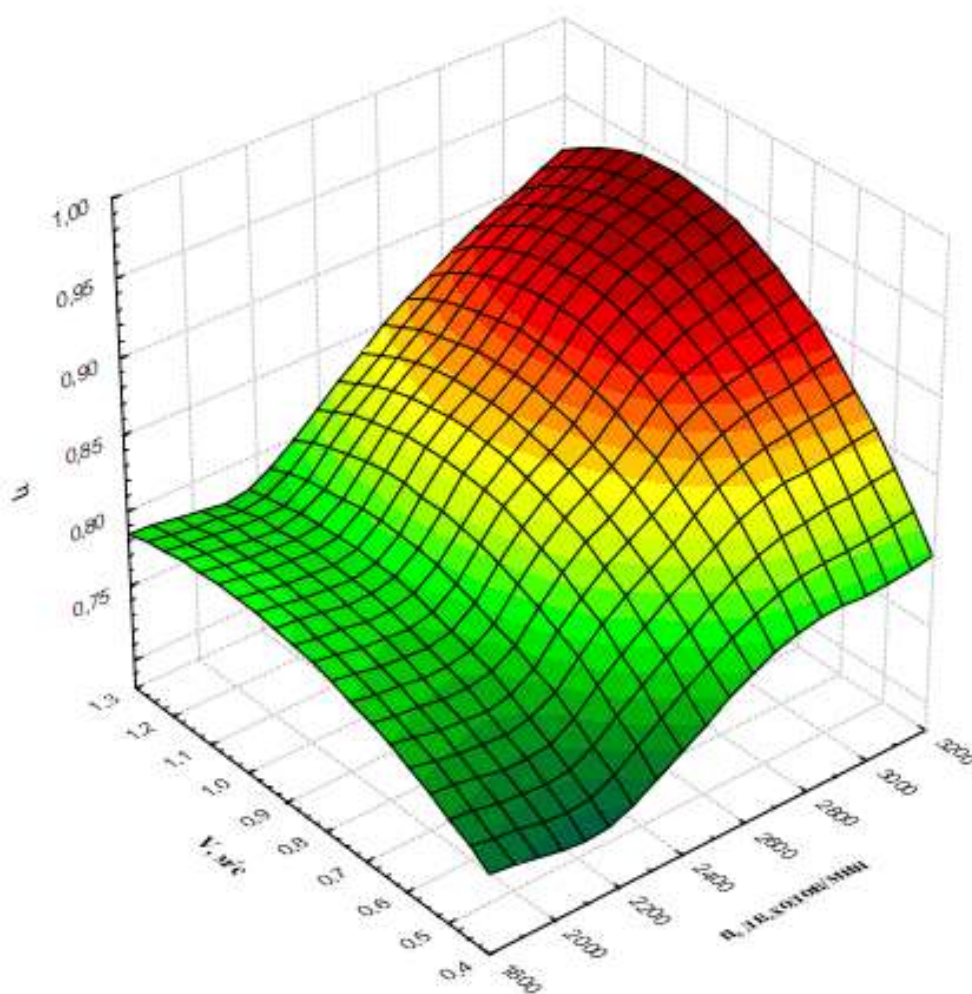


Рис. 3. Поверхность отклика, характеризующая качество работы предлагаемого режущего аппарата в зависимости от скорости подачи стригальной машинки V и числа двойных ходов ножа n

η – коэффициент, характеризующий качество работы режущего аппарата;

n – частота двойных ходов ножа, мин^{-1} ;

V – скорость подачи стригальной машинки, м/с .

$$\eta = 0,469 + 0,0002 \varphi + 4,324 \cdot 10^{-5} n - 3,304 \cdot 10^{-7} \varphi^2 + 1,158 \cdot 10^{-7} \varphi n + 2,608 \cdot 10^{-8} n^2$$

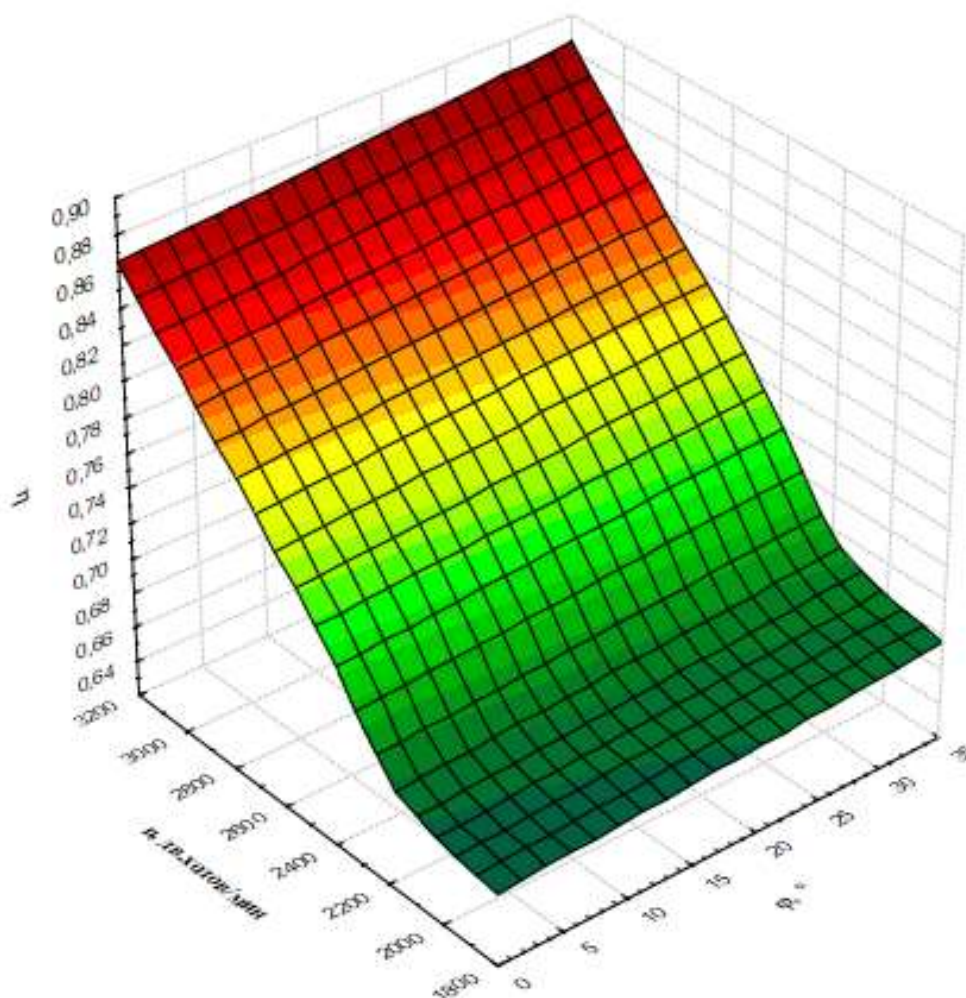


Рис. 4. Поверхность отклика, характеризующая качество работы режущего аппарата МСУ – 200 в зависимости от угла наклона стригальной машинки к остигаемой поверхности φ и числа двойных ходов ножа n

η – коэффициент, характеризующий качество работы режущего аппарата;

φ – угол наклона стригальной машинки к остигаемой поверхности, градусы;

n – частота двойных ходов ножа, мин^{-1} .

$$\eta = 0,589 + 0,0005 \varphi + 0,466 V - 3,304 \cdot 10^{-7} \varphi^2 + 3,902 \cdot 10^{-5} \varphi V - 0,233 V^2$$

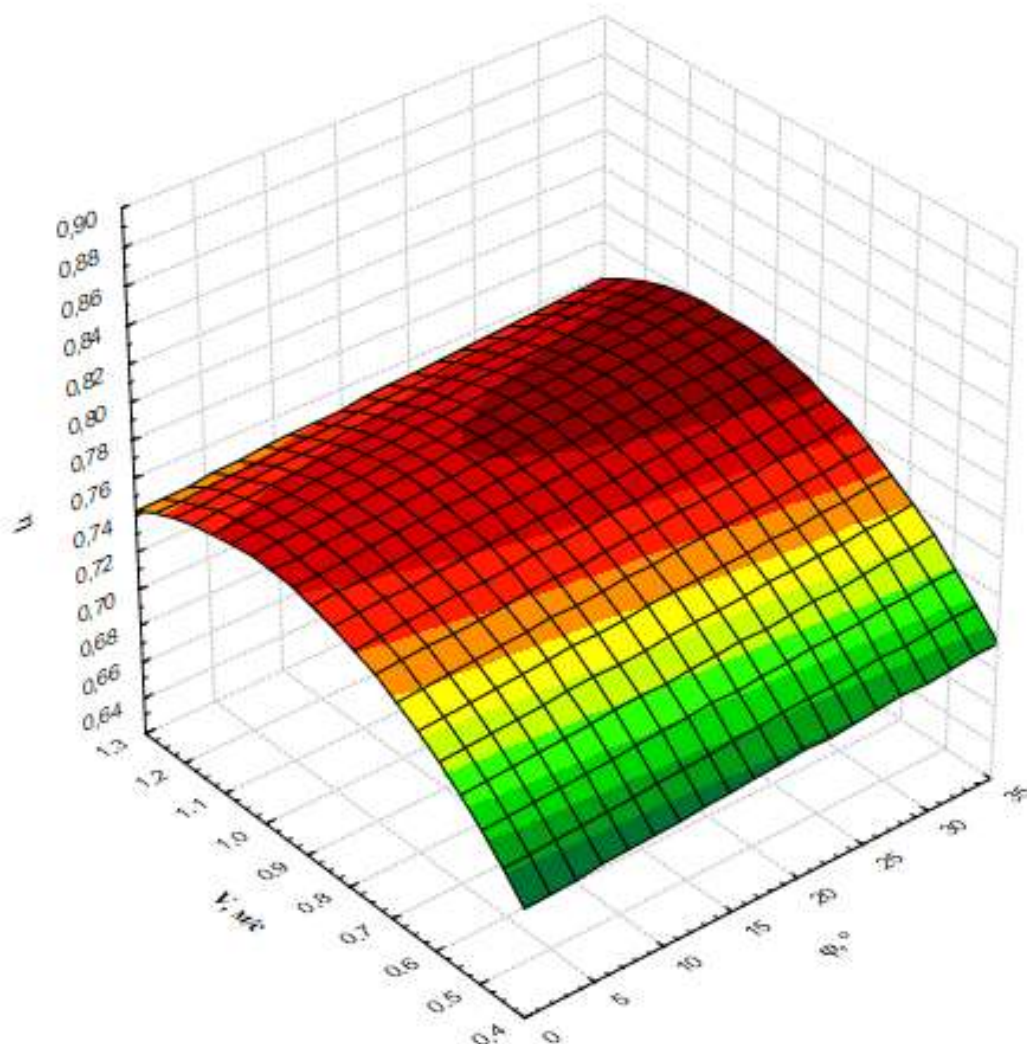


Рис. 5. Поверхность отклика, характеризующая качество работы режущего аппарата МСУ – 200 в зависимости от угла наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности φ и скорости подачи стригальной машинки V

η – коэффициент, характеризующий качество работы режущего аппарата;

φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы;

V – скорость подачи стригальной машинки, м/с.

$$\eta = 0,349 + 8,324 \cdot 10^{-6}n + 0,362V + 2,608 \cdot 10^{-8}n^2 + 4,189 \cdot 10^{-5}nV - 0,233V^2$$

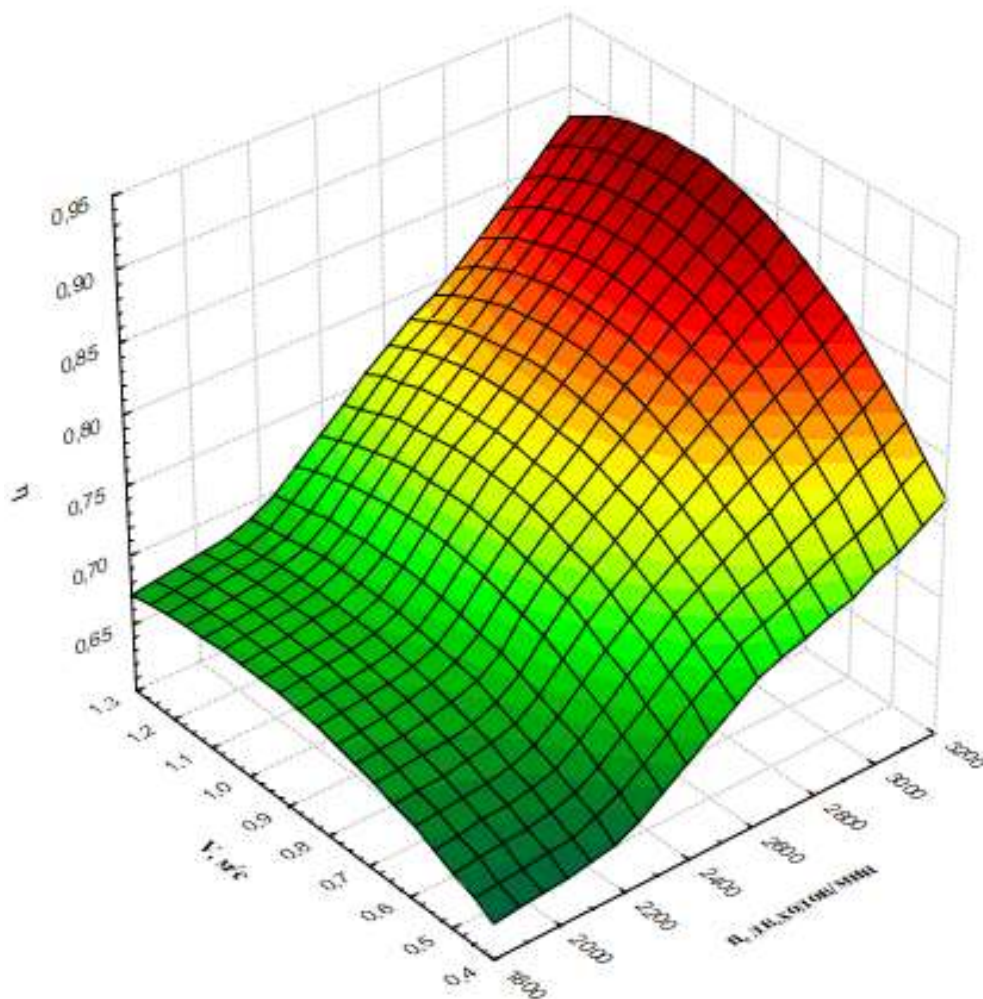


Рис. 6. Поверхность отклика, характеризующая качество работы режущего аппарата МСУ – 200 в зависимости от скорости подачи стригальной машинки V и числа двойных ходов ножа n

η – коэффициент, характеризующий качество работы режущего аппарата;

n – частота двойных ходов ножа, мин^{-1} ;

V – скорость подачи стригальной машинки, м/с .

$$F_p = 65,764 + 0,159\varphi - 0,015n + 0,0001\varphi^2 - 4,361 \cdot 10^{-5}\varphi n + 2,869 \cdot 10^{-7}n^2$$

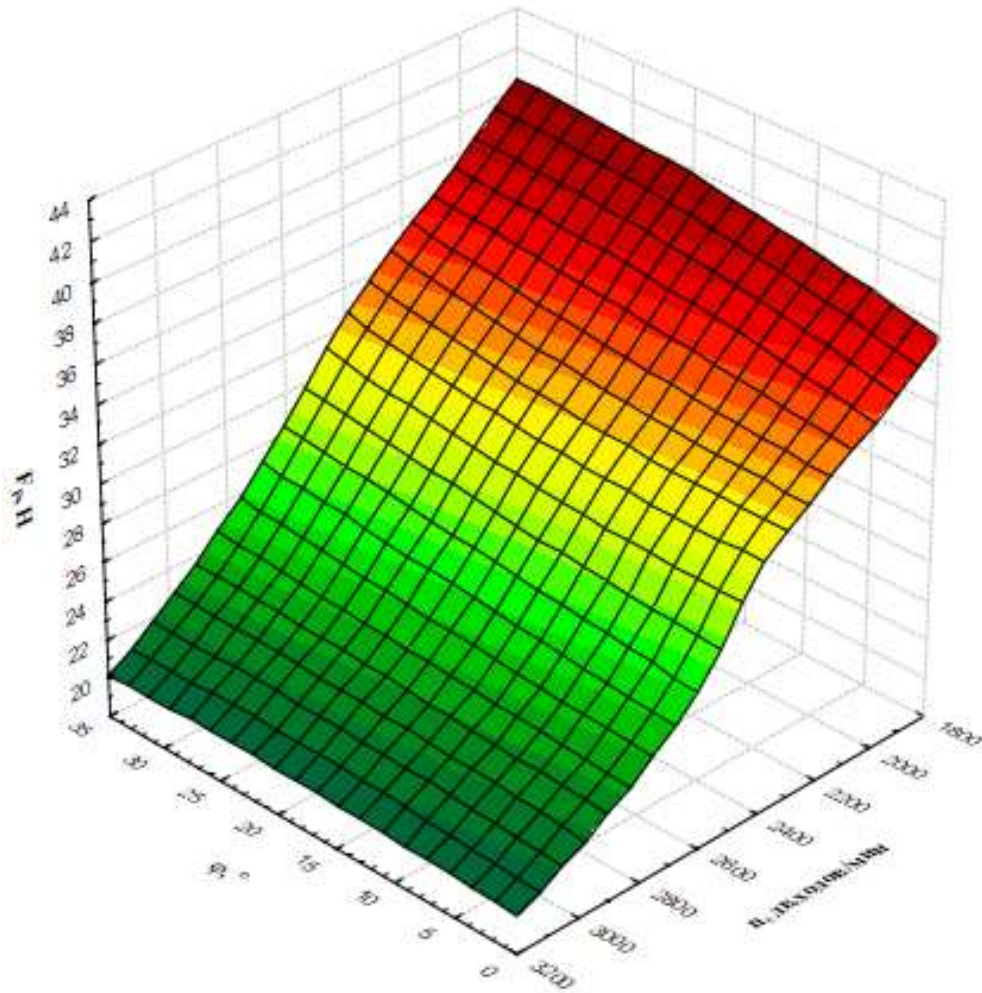


Рис. 7. Поверхность отклика, характеризующая сопротивление перемещению разработанного режущего аппарата в зависимости от частоты двойных ходов ножа n и угла наклона φ

F_p – сопротивление перемещению режущего аппарата, Н;

φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы;

n – частота двойных ходов ножа, мин^{-1} .

$$F_p = 22,082 + 0,082\varphi + 5,458V + 0,00001\varphi^2 - 0,036\varphi V + 1,714V^2$$

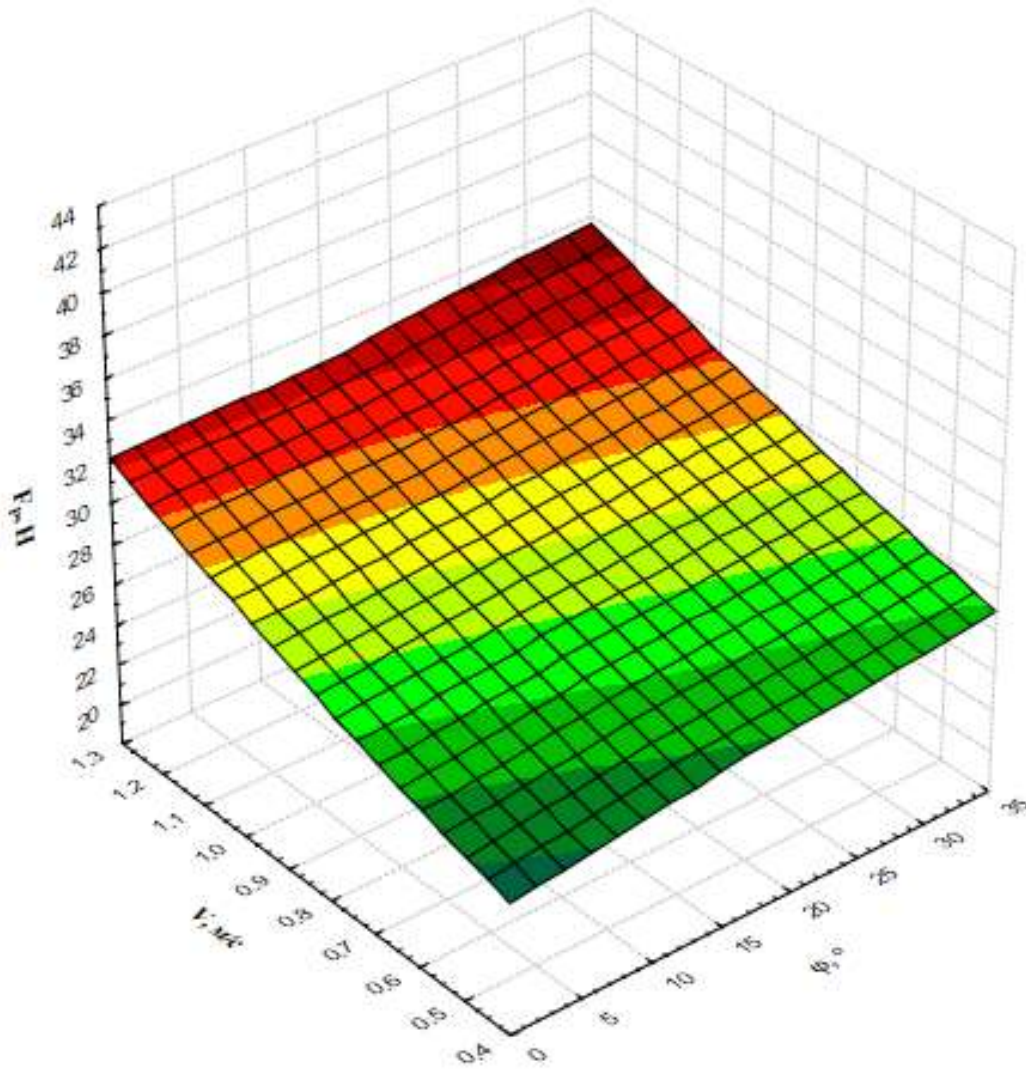


Рис. 8. Поверхность отклика, характеризующая сопротивление перемещению разработанного режущего аппарата в зависимости от скорости подачи стригальной машинки V и угла наклона φ

F_p – сопротивление перемещению режущего аппарата, Н;

φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы;

V – скорость подачи стригальной машинки, м/с.

$$F_p = 57,559 - 0,014n + 10,548V + 2,869 \cdot 10^{-7}n^2 - 0,002nV + 1,714V^2$$

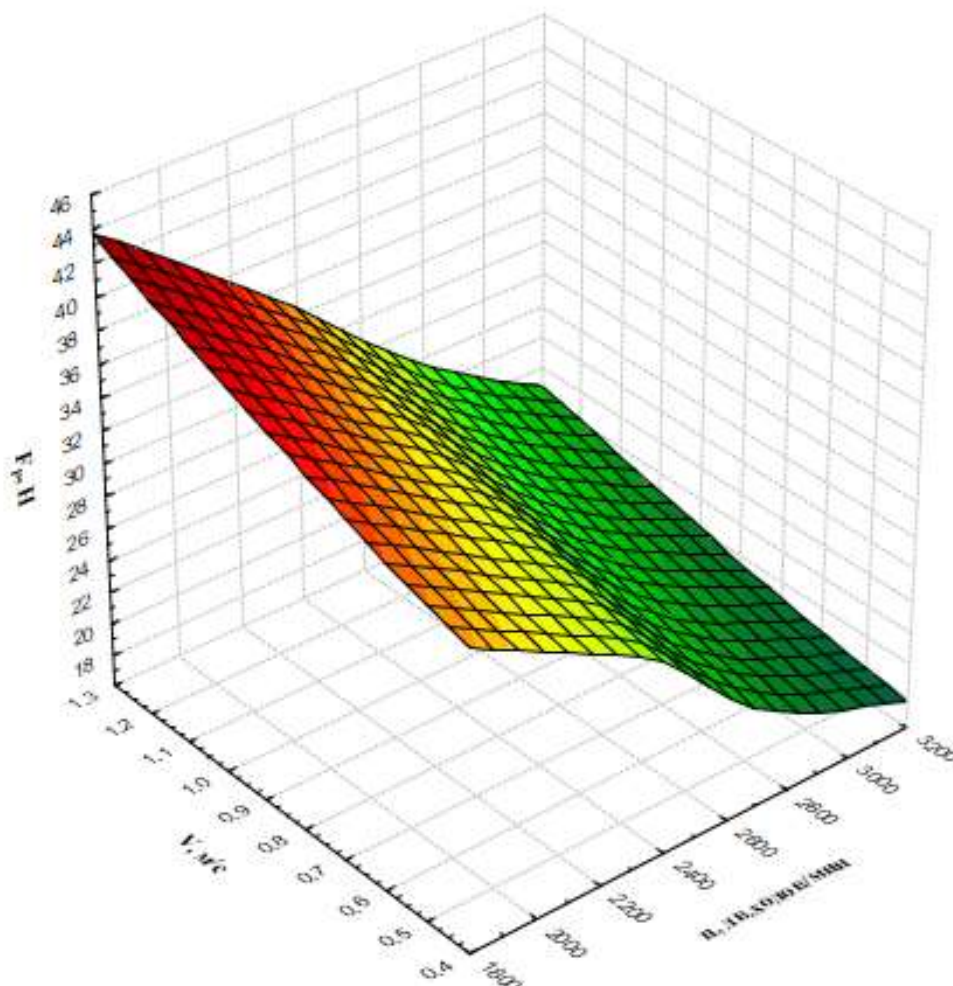


Рис. 9. Поверхность отклика, характеризующая сопротивление перемещению разработанного режущего аппарата в зависимости от скорости подачи стригальной машинки V и частоты двойных ходов ножа n

F_p – сопротивление перемещению режущего аппарата, Н;

n – частота двойных ходов ножа, мин^{-1} ;

V – скорость подачи стригальной машинки, м/с.

$$N = 101389 + 1,68\varphi - 0,01n - 0,006\varphi^2 - 0,0003\varphi n - 2,989 \cdot 10^{-6} n^2$$

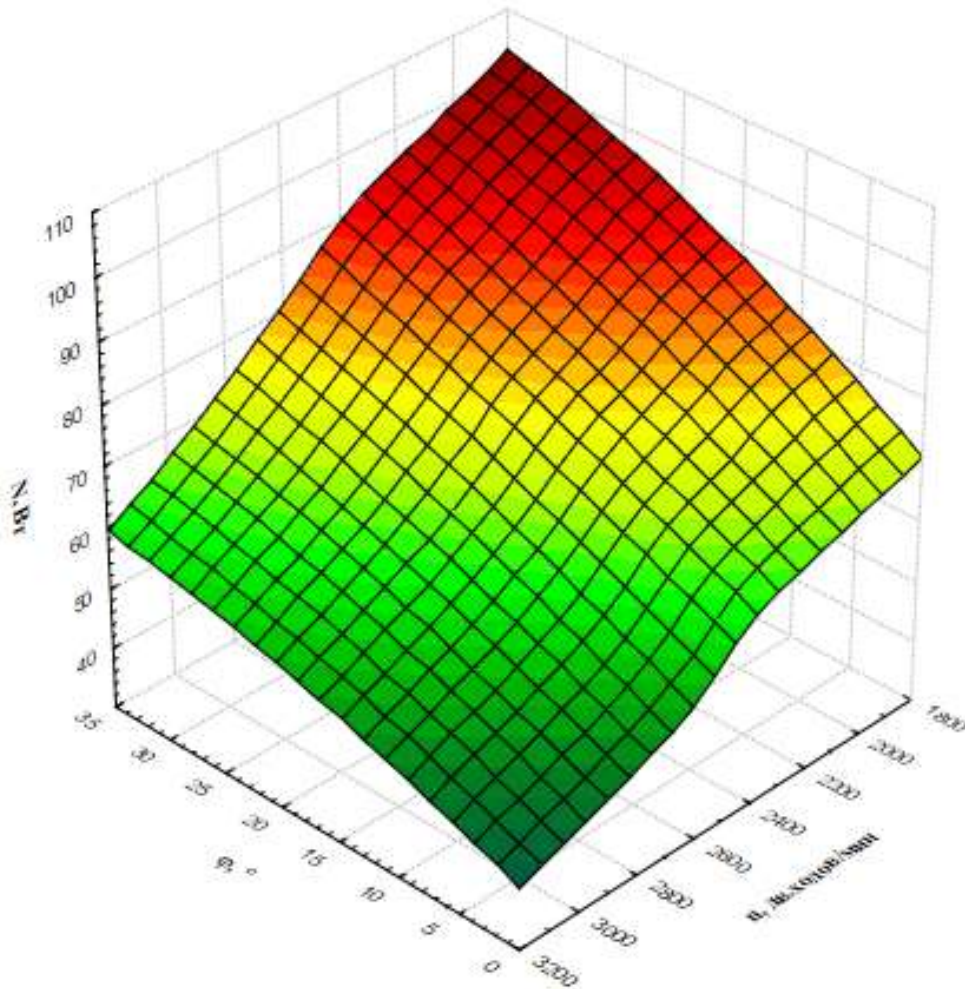


Рис. 10. Поверхность отклика, характеризующая мощность, затрачиваемую на проход разработанного режущего аппарата в зависимости от частоты двойных ходов ножа n и угла наклона φ

N – мощность, затрачиваемая на проход режущего аппарата, Вт;

φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы;

n – частота двойных ходов ножа, мин^{-1} .

$$N = 44,037 + 0,897 \varphi + 9,959 V - 0,006 \varphi^2 + 0,109 \varphi V + 3,989 V^2$$

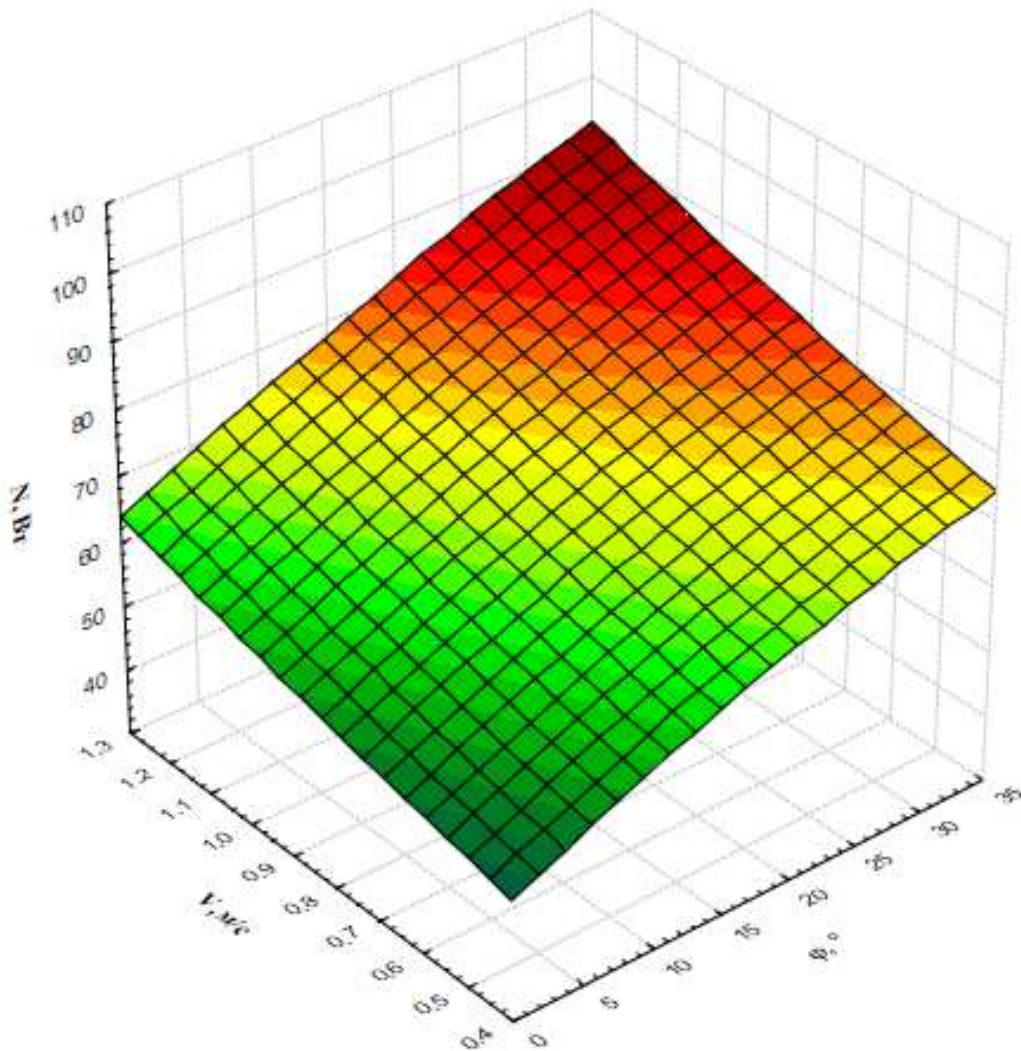


Рис. 11 Поверхность отклика, характеризующая мощность, затрачиваемую на проход разработанного режущего аппарата в зависимости от скорости подачи стригальной машинки V и угла наклона φ

N – мощность, затрачиваемая на проход режущего аппарата, Вт;

φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы;

V – скорость подачи стригальной машинки, м/с.

$$N = 102,33 - 0,0114n + 21,474V - 2,989 \cdot 10^{-6}n^2 - 0,004nV + 3,989V^2$$

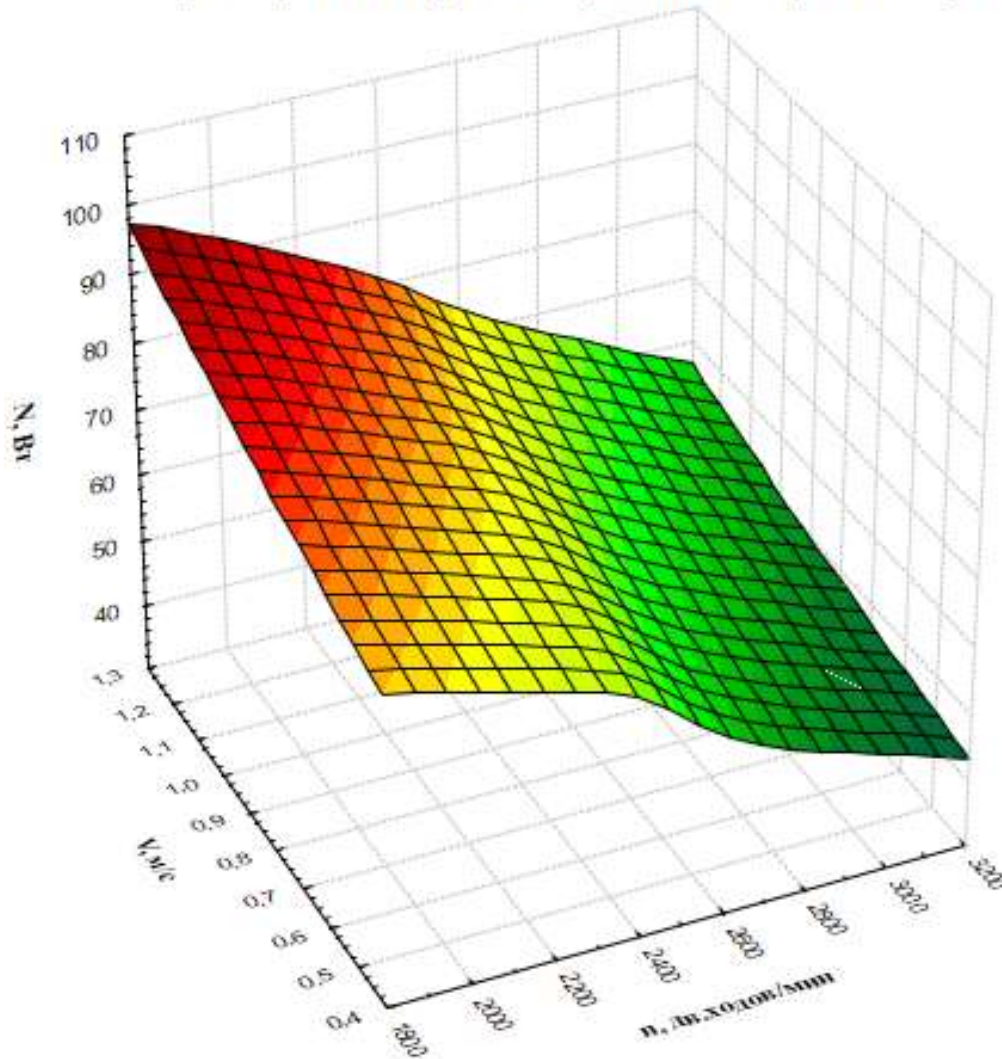


Рис. 12. Поверхность отклика, характеризующая мощность, затрачиваемую на проход разработанного режущего аппарата в зависимости от скорости подачи стригальной машинки V и частоты двойных ходов ножа n

N – мощность, затрачиваемая на проход режущего аппарата, Вт;

n – частота двойных ходов ножа, мин^{-1} ;

V – скорость подачи стригальной машинки, м/с.

$$F_p = 17.211 + 0,167\varphi - 0,027n + 0,0002\varphi^2 - 4,269 \cdot 10^{-5}\varphi n - 7,862 \cdot 10^{-6}n^2$$

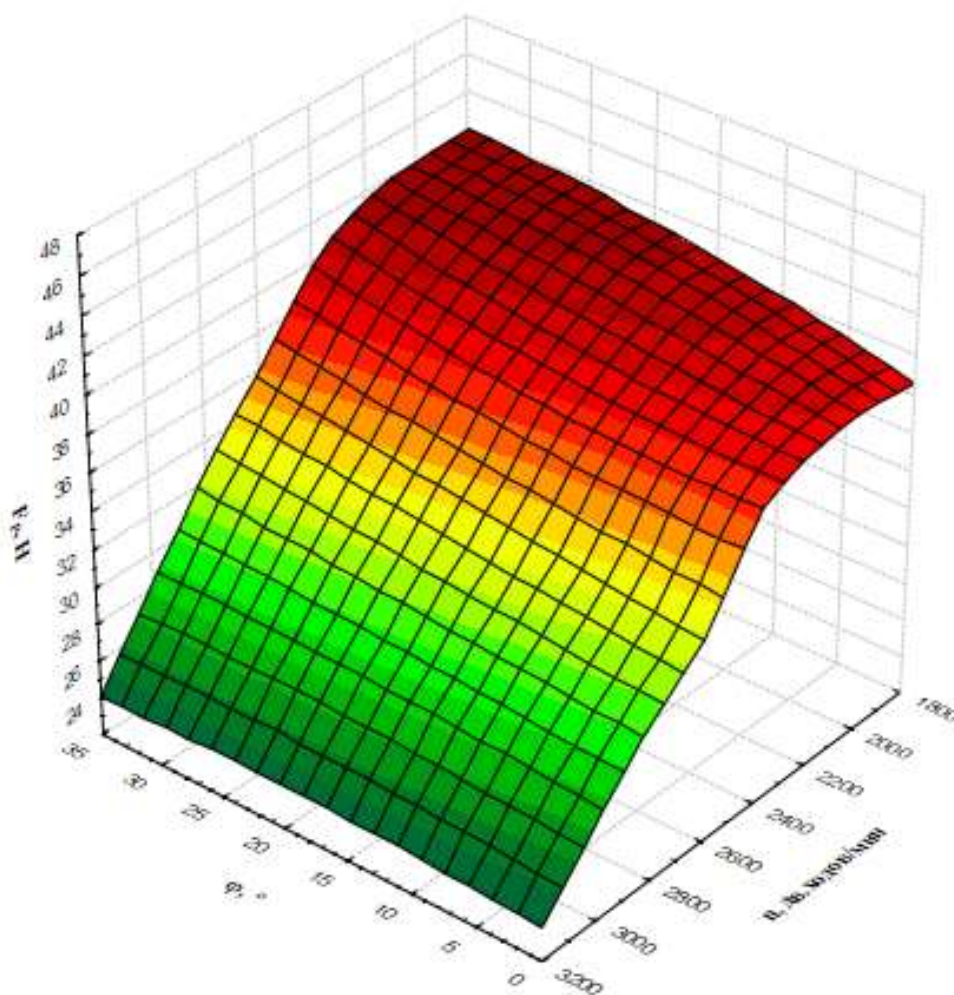


Рис. 13. Поверхность отклика, характеризующая сопротивление перемещению режущего аппарата МСУ-200 в зависимости от частоты двойных ходов ножа n и угла наклона φ

F_p – сопротивление перемещению режущего аппарата, Н;

φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы;

n – частота двойных ходов ножа, мин^{-1} .

$$F_p = 26,649 + 0,101\varphi + 6,704V + 0,0002\varphi^2 - 0,047\varphi V + 2,068V^2$$

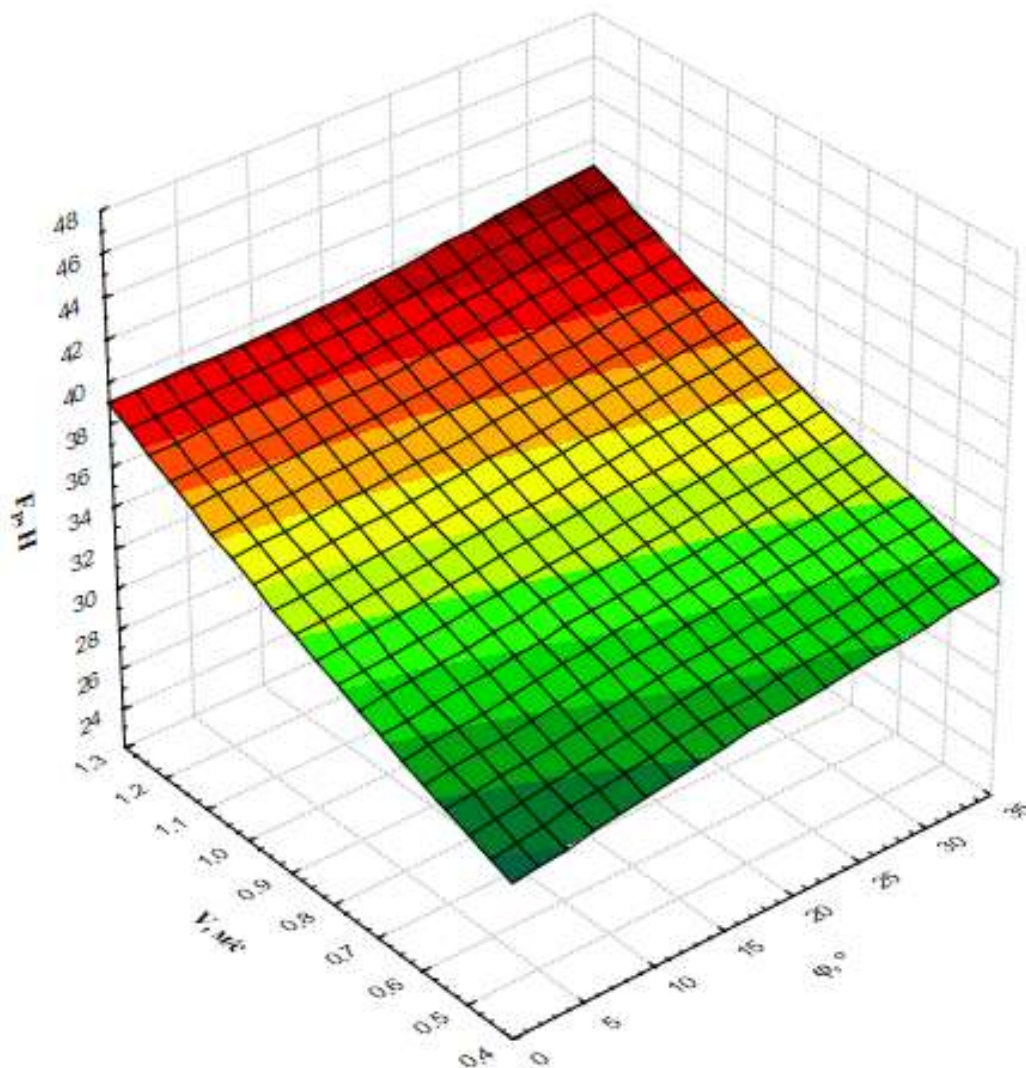


Рис. 14. Поверхность отклика, характеризующая сопротивление перемещению режущего аппарата МСУ-200 в зависимости от скорости подачи стригальной машинки V и угла наклона φ

F_p – сопротивление перемещению режущего аппарата, Н;

φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы;

V – скорость подачи стригальной машинки, м/с.

$$F_p = 9,92 - 0,027n + 9,314V - 7,862 \cdot 10^{-6}n^2 - 0,001nV + 2,068V^2$$

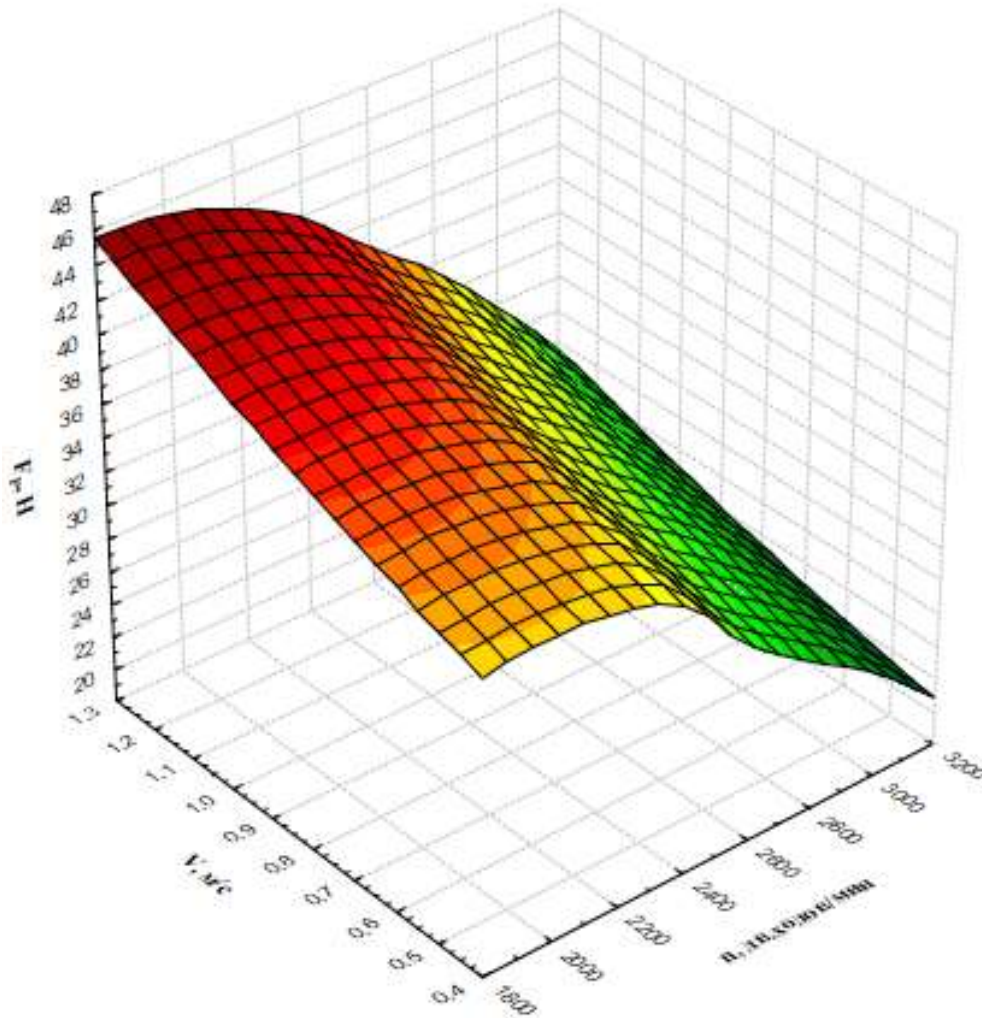


Рис. 15. Поверхность отклика, характеризующая сопротивление перемещению режущего аппарата МСУ-200 в зависимости от скорости подачи стригальной машинки V и частоты двойных ходов ножа n

F_p – сопротивление перемещению режущего аппарата, Н;

n – частота двойных ходов ножа, мин^{-1} ;

V – скорость подачи стригальной машинки, м/с.

$$N = -10,457 + 1,623\varphi + 0,083n - 0,007\varphi^2 - 0,0002\varphi n - 2,067 \cdot 10^{-5}n^2$$

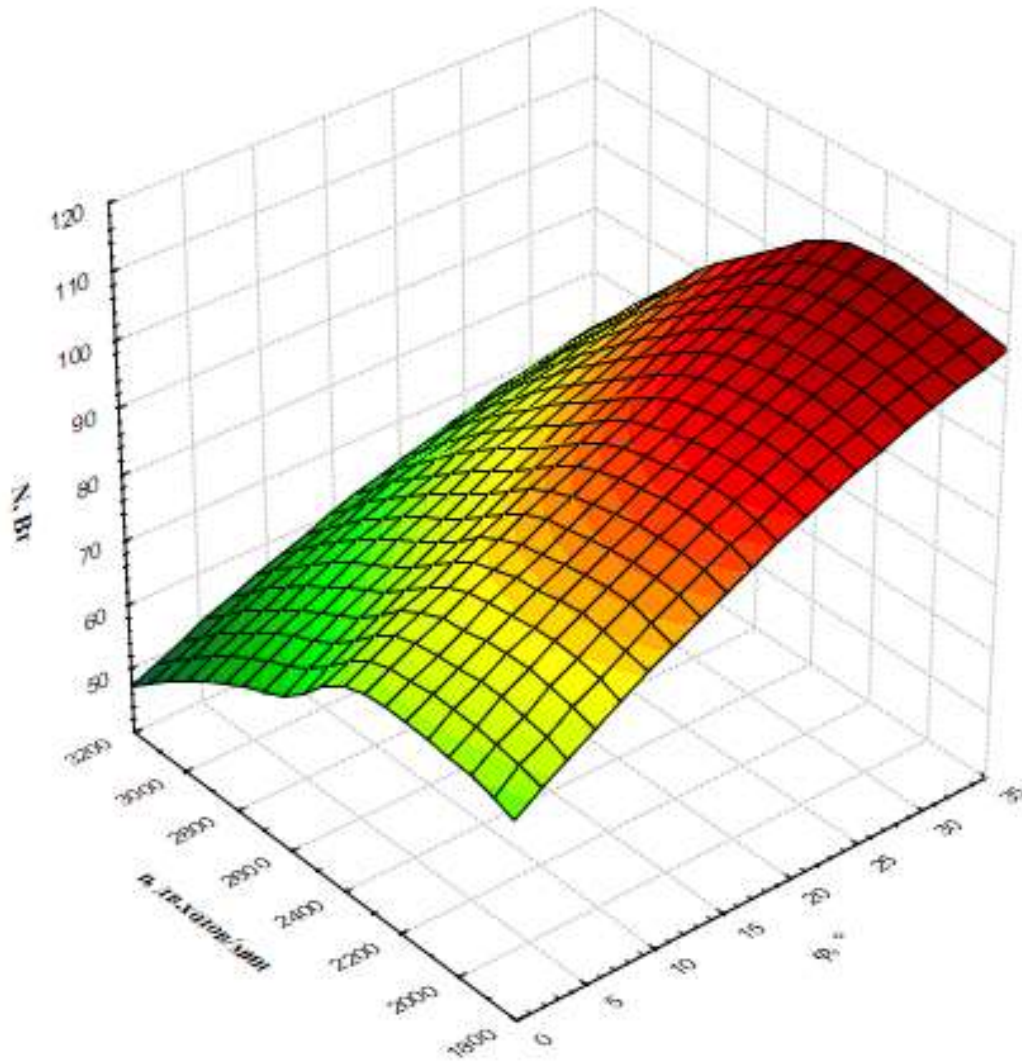


Рис. 16. Поверхность отклика, характеризующая мощность, затрачиваемую на проход режущего аппарата МСУ-200 в зависимости от частоты двойных ходов ножа n и угла наклона φ

N – мощность, затрачиваемая на проход режущего аппарата, Вт;

φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы;

n – частота двойных ходов ножа, мин^{-1} .

$$N = 51,498 + 1,058 \varphi + 11,886 V - 0,007 \varphi^2 + 0,122 \varphi V + 4,666 V^2$$

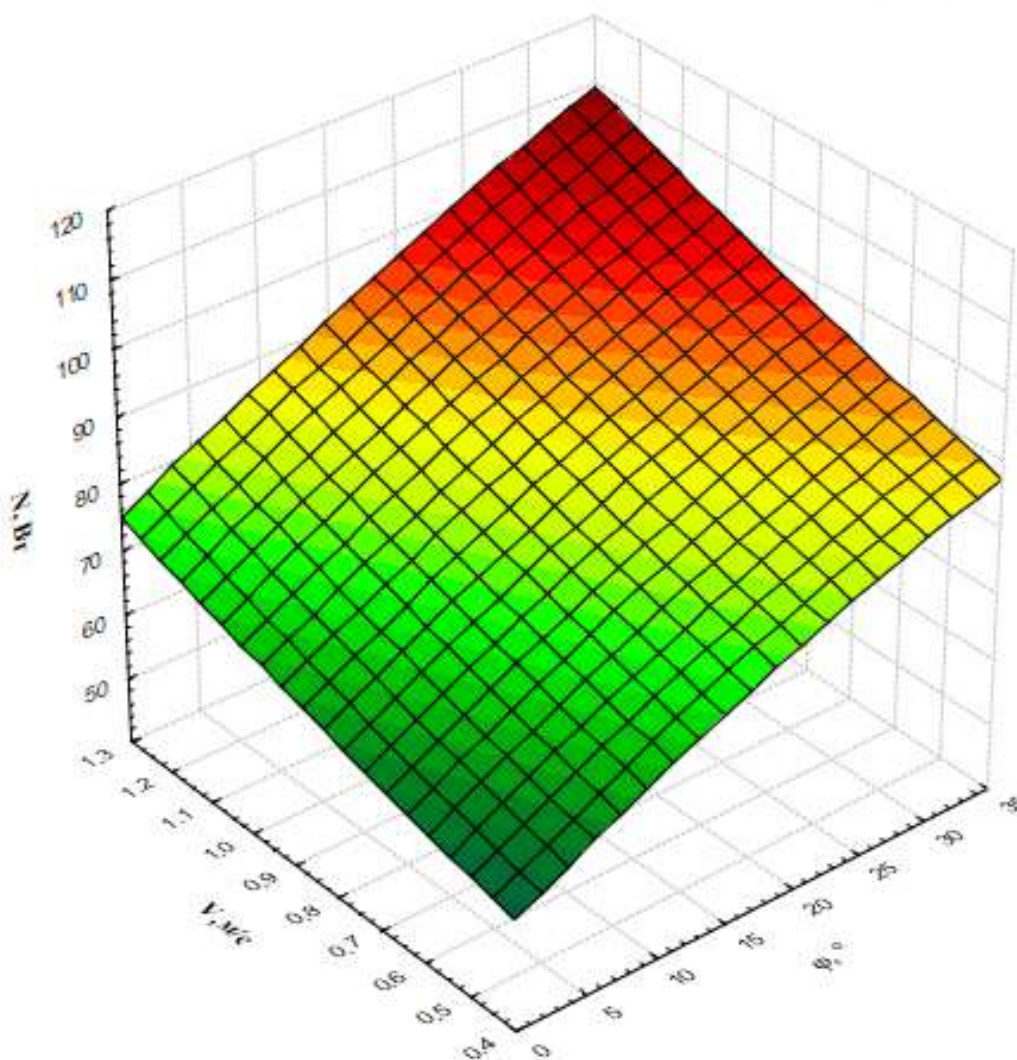


Рис. 17 Поверхность отклика, характеризующая мощность, затрачиваемую на проход режущего аппарата МСУ-200 в зависимости от скорости подачи стригальной машинки V и угла наклона φ

N – мощность, затрачиваемая на проход режущего аппарата, Вт;

φ – угол наклона стригальной машинки к остригаемой поверхности, градусы;

V – скорость подачи стригальной машинки, м/с.

$$N = -7,423 + 0,082n + 17,062V - 2,067 \cdot 10^{-5}n^2 - 0,001nV + 4,666V^2$$

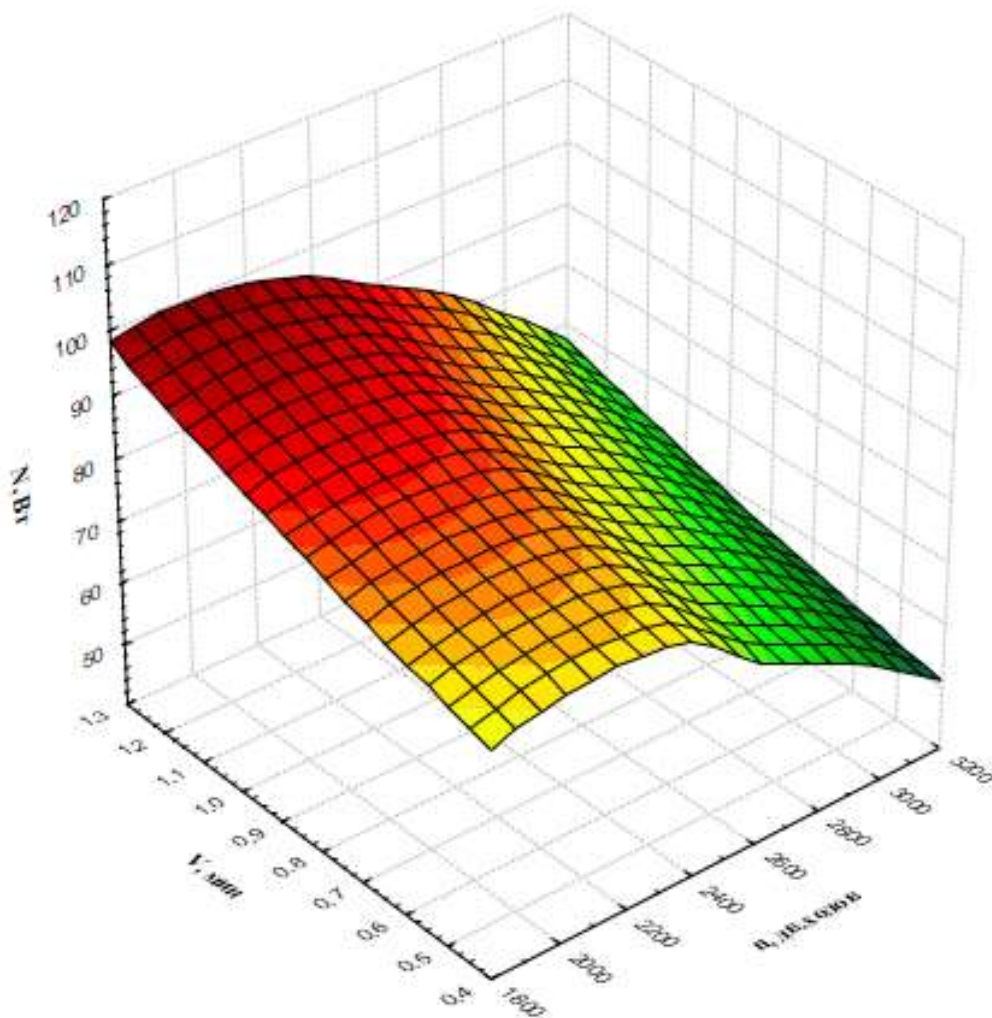


Рис. 18. Поверхность отклика, характеризующая мощность, затрачиваемую на проход режущего аппарата МСУ-200 в зависимости от скорости подачи стригальной машинки V и частоты двойных ходов ножа n

N – мощность, затрачиваемая на проход режущего аппарата, Вт;

n – частота двойных ходов ножа, мин^{-1} ;

V – скорость подачи стригальной машинки, м/с.

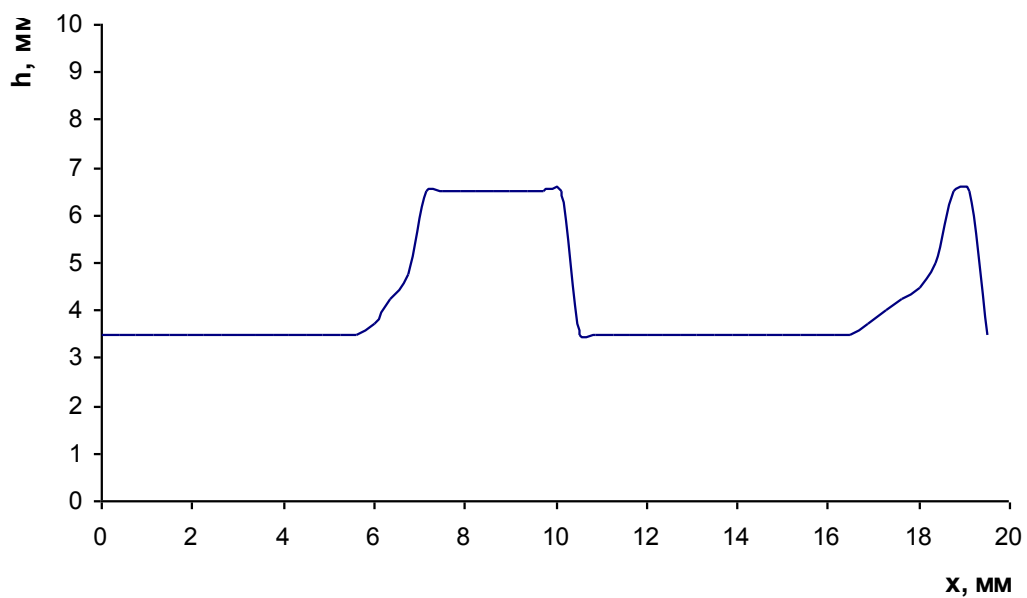


Рис. 1. Срез шерсти режущим аппаратом МСУ – 200
(нож с углом заточки $\beta=60^\circ$)

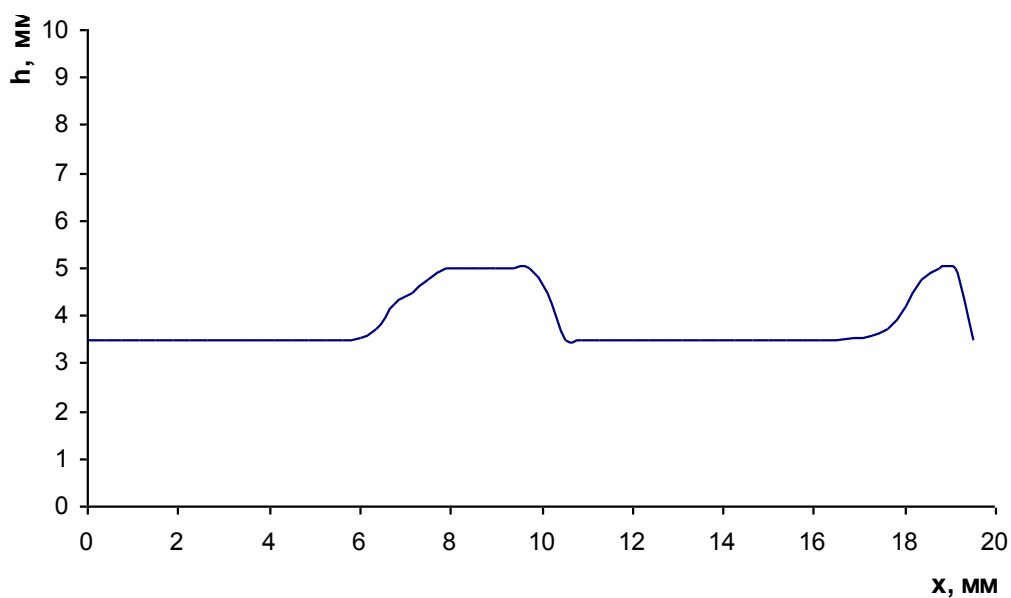


Рис. 2. Срез шерсти режущим аппаратом МСУ – 200
(нож с углом заточки $\beta=45^\circ$)

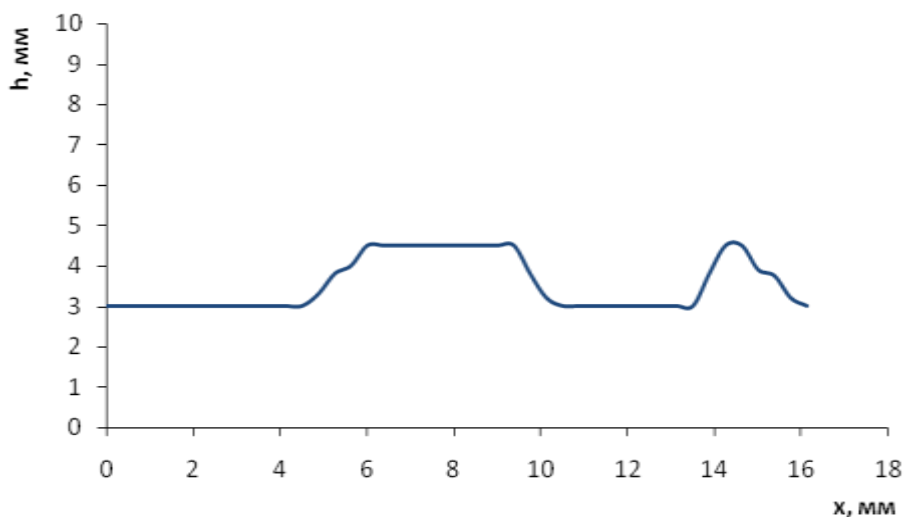
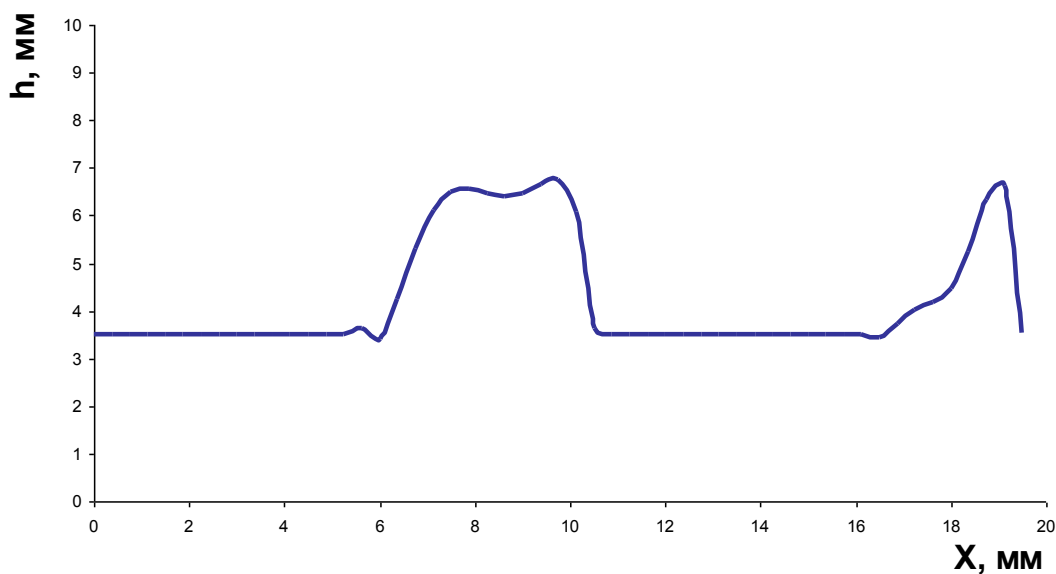


Рис. 3. Срез шерсти разработанным режущим аппаратом

Рис. 4. Функция $h = f(x)$ для режущего аппарата МСУ – 200(нож с углом заточки $\beta=60^\circ$)

$$h(x) = \begin{cases} h, & a \leq x \leq b \\ 2.95 \cdot 10^3 - 1.937 \cdot 10^3 \cdot x + 502.467 \cdot x^2 - 64.327 \cdot x^3 + 4.071 \cdot x^4 - \\ - 0.102 \cdot x^5, & b \leq x \leq c \\ h, & c \leq x \leq d \\ -9.994 \cdot 10^4 + 2.257 \cdot 10^4 \cdot x - 1.91 \cdot 10^3 \cdot x^2 + 71.735 \cdot x^3 - 1.009 \cdot x^4, & d \leq x \leq e \end{cases}$$

a	(0;3.5)
b	(6.0;3.5)
c	(10.5;3.5)
d	(16.5;3.5)
e	(19.2;3.5)

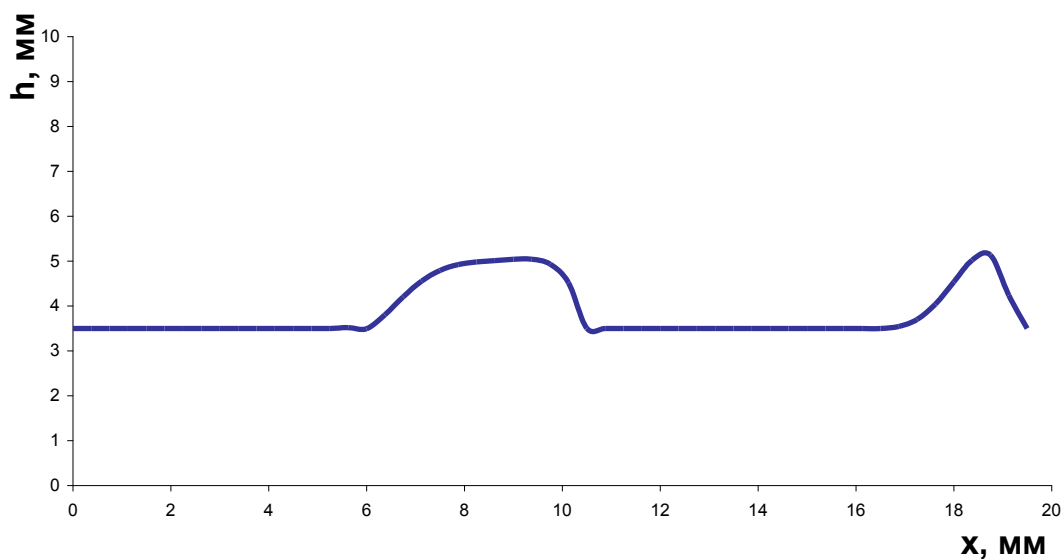


Рис. 5. Функция $h = f(x)$ для режущего аппарата МСУ – 200
(нож с углом заточки $\beta=45^\circ$)

$$h(x) = \begin{cases} h, & a \leq x \leq b \\ 851.063 - 554.54 \cdot x + 143.153 \cdot x^2 - 18.256 \cdot x^3 + 1.153 \cdot x^4 - \\ - 0.029 \cdot x^5, & b \leq x \leq c \\ h, & c \leq x \leq d \\ -3.292 \cdot 10^4 + 7.524 \cdot 10^3 \cdot x - 644.042 \cdot x^2 + 24.47 \cdot x^3 - \\ - 0.348 \cdot x^4, & d \leq x \leq e \end{cases} \quad \begin{matrix} a & (0;3.5) \\ b & (6.0;3.5) \\ c & (10.5;3.5) \\ d & (16.5;3.5) \\ e & (19.2;3.5) \end{matrix}$$

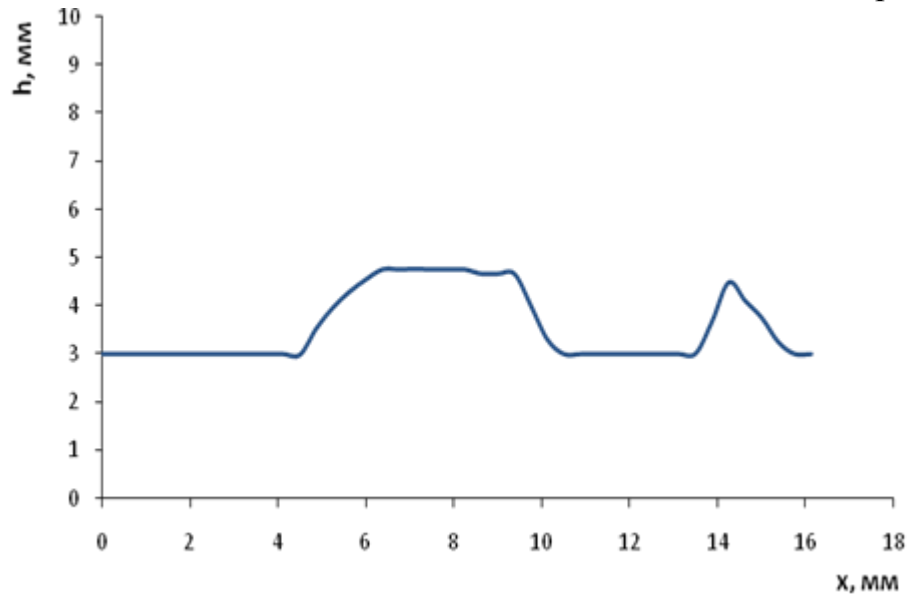


Рис. 6. Функция $h = f(x)$ для разрабатываемого режущего аппарата

$$h(x) = \begin{cases} h, & a \leq x \leq b \\ -23.138 + 11.263 \cdot x - 1.347 \cdot x^2 - 0.019 \cdot x^3 + 0.014 \cdot x^4 - \\ -0.0007 \cdot x^5, & b \leq x \leq c \\ h, & c \leq x \leq d \\ -966.11 + 140.959 \cdot x - 2.64 \cdot x^2 - 0.373 \cdot x^3 + 0.014 \cdot x^4, & d \leq x \leq e \end{cases}$$

a	$(0;3.0)$
b	$(4.5;3.0)$
c	$(10.5;3.0)$
d	$(13.5;3.5)$
e	$(16.5;3.5)$

Результаты измерения высоты среза шерсти по ширине отпуска

	0	3.5	3.5	
	0.375	3.5	3.5	
	0.75	3.5	3.5	
	1.125	3.5	3.5	
	1.5	3.5	3.5	
	1.875	3.5	3.5	
	2.25	3.5	3.5	
	2.625	3.5	3.5	
	3	3.5	3.5	
	3.375	3.5	3.5	
	3.75	3.5	3.5	
	4.125	3.5	3.5	
	4.5	3.5	3.5	
	4.875	3.5	3.5	
	5.25	3.5	3.5	
	5.625	3.5	3.5	
	6	3.75	3.55	
	6.375	4.25	3.75	
	6.75	4.75	4.25	
	7.125	6.5	4.5	
	7.5	6.5	4.75	
	7.875	6.5	5	
	8.25	6.5	5	
	8.625	6.5	5	
	9	6.5	5	
	9.375	6.5	5	
X :=	9.75	$\underline{S}(X) :=$ 6.5	SS(X) := 5	$\underline{N}(X) :=$ 4.5
	10.125	6.5	4.5	4.5
	10.5	3.5	3.5	4.5
	10.875	3.5	3.5	4.5
	11.25	3.5	3.5	4.5
	11.625	3.5	3.5	3.8
	12	3.5	3.5	3.2
	12.375	3.5	3.5	3.0
	12.75	3.5	3.5	3.0

Приложение Б

13.125	3.5	3.5	3.0
13.5	3.5	3.5	3.0
13.875	3.5	3.5	3.0
14.25	3.5	3.5	3.0
14.625	3.5	3.5	3.0
15	3.5	3.5	3.0
15.375	3.5	3.5	3.0
15.75	3.5	3.5	3.8
16.125	3.5	3.5	4.5
16.5	3.5	3.5	3.9
16.875	3.75	3.53	3.75
17.25	4	3.6	3.2
17.625	4.25	3.75	3.0
18	4.5	4.2	
18.375	5	4.75	
18.75	6.5	5	
19.125	6.5	5	
19.5	3.5	3.5	

Матрица X - значения по оси абсцисс

Матрица S(X) - высота среза шерсти ножом с углом заточки 60 градусов

Матрица SS(X) - высота среза шерсти ножом с углом заточки 45 градусов

Матрица N(X) - высота среза шерсти разработанным режущим аппаратом

Определение коэффициентов полинома среза шерсти, участок $b - c$, нож с углом заточки 60 градусов

Исходные данные

Степень полинома

$$D \equiv 5$$

Число точек аппроксимируемой зависимости

$$N := 14$$

Точки аппроксимируемой зависимости (x, y) следующие:

$$XY \equiv \begin{pmatrix} 5.625 & 3.5 \\ 6 & 3.75 \\ 6.375 & 4.25 \\ 6.75 & 4.75 \\ 7.125 & 6.5 \\ 7.5 & 6.5 \\ 7.875 & 6.5 \\ 8.25 & 6.5 \\ 8.625 & 6.5 \\ 9 & 6.5 \\ 9.375 & 6.5 \\ 9.75 & 6.5 \\ 10.125 & 6.5 \\ 10.5 & 3.5 \end{pmatrix}$$

Блок решения

$$d \equiv 0..D \quad x \equiv XY^{(0)} \quad y \equiv XY^{(1)} \quad N \equiv \text{length}(y) \quad X^{(d)} \equiv x^d$$

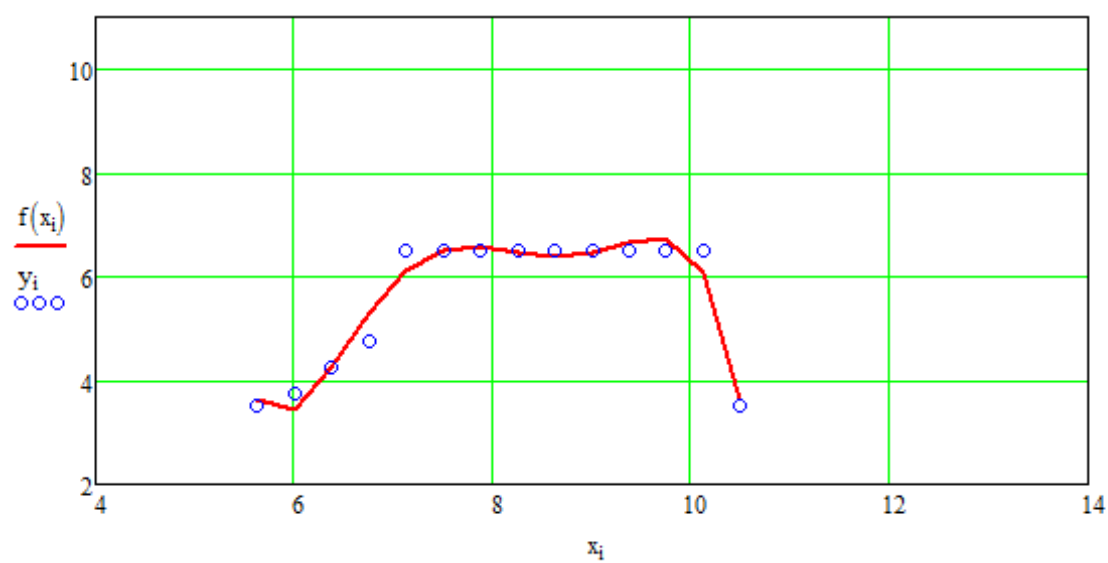
$$i \equiv 0..N-1 \quad k \equiv (X^T \cdot X)^{-1} \cdot (X^T \cdot y)$$

$$j \equiv 1..D \quad f(t) \equiv k_0 + \sum_j (k_j \cdot t^j)$$

Коэффициенты полинома

$$k_d =$$

$k_0 =$	$2.95 \cdot 10^3$
$k_1 =$	$-1.937 \cdot 10^3$
$k_2 =$	502.467
$k_3 =$	-64.327
$k_4 =$	4.071
$k_5 =$	-0.102

График участка $b - c$ среза шерсти, с нанесенными исходными точками

Определение коэффициентов полинома среза шерсти, участок $d - e$ нож с углом заточки 60 градусов

Исходные данные

Степень полинома $D = 4$

Число точек аппроксимируемой зависимости $N = 9$

Точки аппроксимируемой зависимости (x, y) следующие:

$$XY \equiv \begin{pmatrix} 16.5 & 3.5 \\ 16.875 & 3.75 \\ 17.25 & 4 \\ 17.625 & 4.25 \\ 18 & 4.5 \\ 18.375 & 5 \\ 18.75 & 6.5 \\ 19.125 & 6.5 \\ 19.5 & 3.5 \end{pmatrix}$$

Блок решения

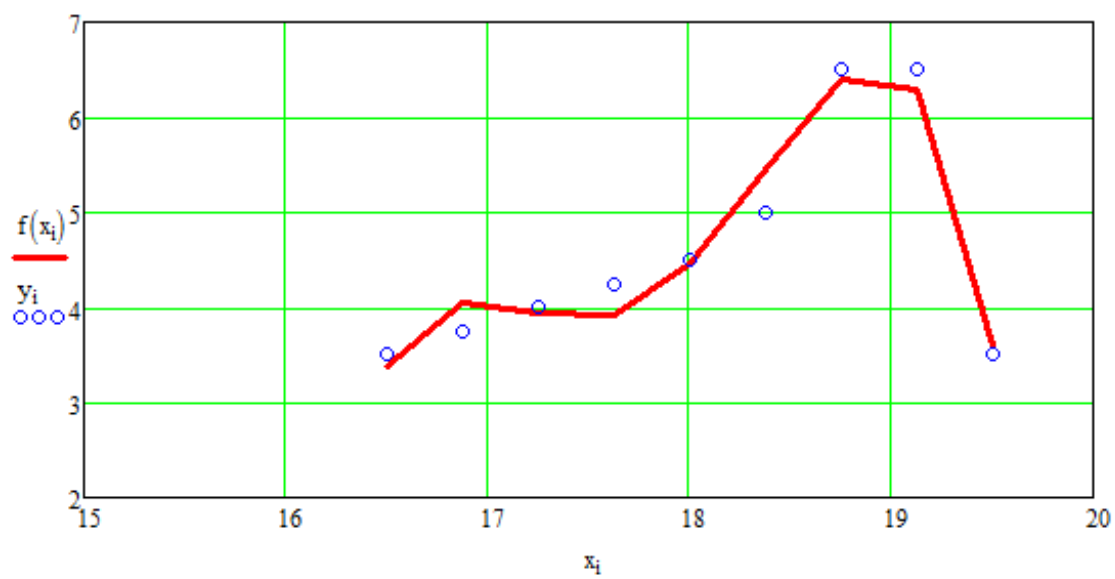
$$d \equiv 0..D \quad x \equiv XY^{(0)} \quad y \equiv XY^{(1)} \quad N \equiv \text{length}(y) \quad X^{(d)} \equiv x^{\rightarrow d}$$

$$i \equiv 0..N-1 \quad k \equiv (X^T \cdot X)^{-1} \cdot (X^T \cdot y)$$

$$j \equiv 1..D \quad f(t) \equiv k_0 + \sum_j (k_j \cdot t^j)$$

Коэффициенты полинома

$k_0 =$	$k_d =$
$k_1 =$	$-9.994 \cdot 10^4$
$k_2 =$	$2.257 \cdot 10^4$
$k_3 =$	$-1.91 \cdot 10^3$
$k_4 =$	71.736
$k_5 =$	-1.009

График участка $d - e$ среза шерсти, с нанесенными исходными точками

Определение коэффициентов полинома среза шерсти, участок $b - c$, нож с углом заточки 45 градусов

Исходные данные

Степень полинома

$$D \equiv 5$$

Число точек аппроксимируемой зависимости

$$N := 14$$

Точки аппроксимируемой зависимости (x, y) следующие:

$$XY \equiv \begin{pmatrix} 5.625 & 3.5 \\ 6 & 3.55 \\ 6.375 & 3.75 \\ 6.75 & 4.25 \\ 7.125 & 4.5 \\ 7.5 & 4.75 \\ 7.875 & 5 \\ 8.25 & 5 \\ 8.625 & 5 \\ 9 & 5 \\ 9.375 & 5 \\ 9.75 & 5 \\ 10.125 & 4.5 \\ 10.5 & 3.5 \end{pmatrix}$$

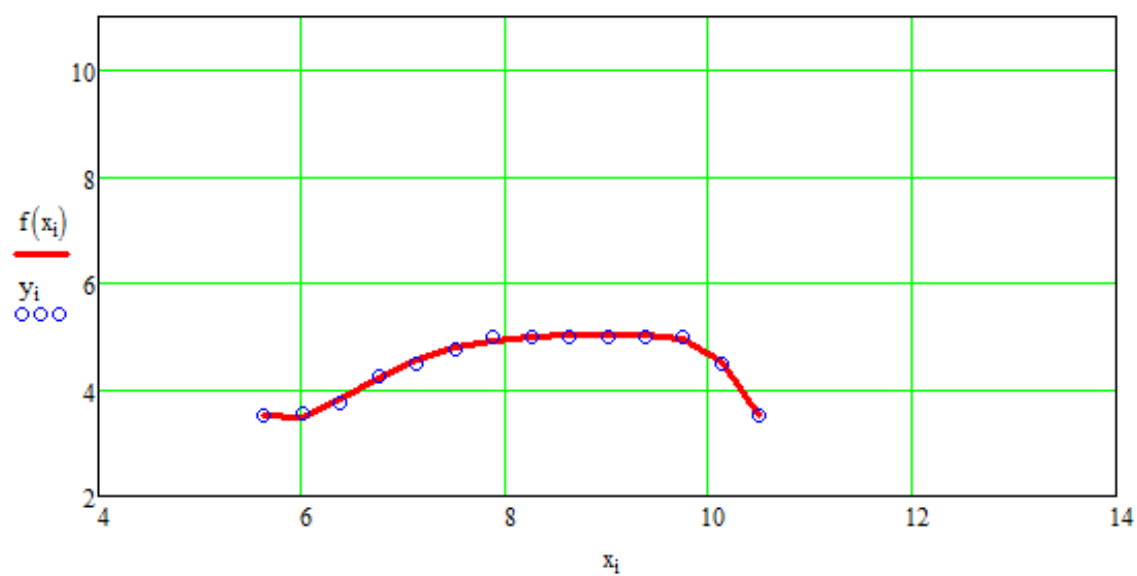
Блок решения

$$\begin{aligned} d &\equiv 0..D & x &\equiv XY^{(0)} & y &\equiv XY^{(1)} & N &\equiv \text{length}(y) & X^{(d)} &\equiv x^d \\ i &\equiv 0..N-1 & k &\equiv (X^T \cdot X)^{-1} \cdot (X^T \cdot y) \\ j &\equiv 1..D & f(t) &\equiv k_0 + \sum_j (k_j \cdot t^j) \end{aligned}$$

Коэффициенты полинома

$$k_d =$$

$k_0 =$	851.063
$k_1 =$	-554.54
$k_2 =$	143.153
$k_3 =$	-18.256
$k_4 =$	1.153
$k_5 =$	-0.029

График участка $b - c$ среза шерсти, с нанесенными исходными точками

Определение коэффициентов полинома среза шерсти, участок $d - e$ нож с углом заточки 45 градусов

Исходные данные

Степень полинома $D \equiv 4$

Число точек аппроксимируемой зависимости $N := 9$

Точки аппроксимируемой зависимости (x, y) следующие:

$$XY \equiv \begin{pmatrix} 16.5 & 3.5 \\ 16.875 & 3.53 \\ 17.25 & 3.6 \\ 17.625 & 3.75 \\ 18 & 4.2 \\ 18.375 & 4.75 \\ 18.75 & 5 \\ 19.125 & 5 \\ 19.5 & 3.5 \end{pmatrix}$$

Блок решения

$$d \equiv 0..D \quad x \equiv XY^{(0)} \quad y \equiv XY^{(1)} \quad N \equiv \text{length}(y) \quad X^{(d)} \equiv x^d$$

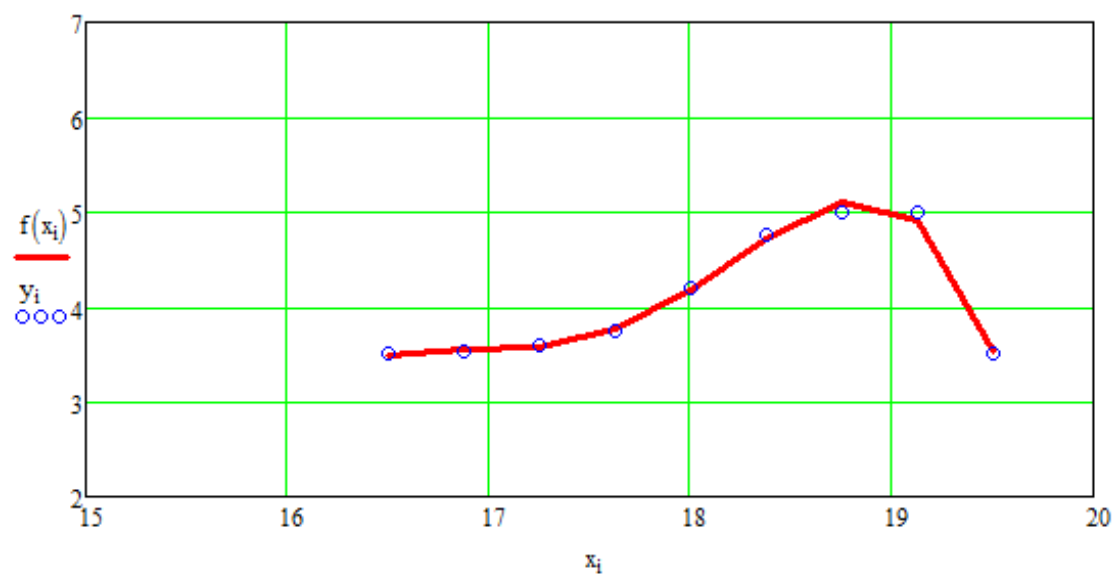
$$i \equiv 0..N-1 \quad k \equiv (X^T \cdot X)^{-1} \cdot (X^T \cdot y)$$

$$j \equiv 1..D \quad f(t) \equiv k_0 + \sum_j (k_j \cdot t^j)$$

Коэффициенты полинома

$$k_d =$$

$k_0 =$	-3.292·10 ⁴
$k_1 =$	7.524·10 ³
$k_2 =$	-644.045
$k_3 =$	24.47
$k_4 =$	-0.348

График участка $d - e$ среза шерсти, с нанесенными исходными точками

Определение коэффициентов полинома среза шерсти, участок $b - c$, разработанного режущего аппарата

Исходные данные

Степень полинома $D \equiv 5$
 Число точек аппроксимируемой зависимости $N := 17$
 Точки аппроксимируемой зависимости (x, y) следующие:

$$XY \equiv \begin{pmatrix} 4.5 & 3.0 \\ 4.875 & 3.3 \\ 5.25 & 3.8 \\ 5.625 & 4.0 \\ 6.0 & 4.5 \\ 6.375 & 4.5 \\ 6.75 & 4.5 \\ 7.125 & 4.5 \\ 7.5 & 4.5 \\ 7.875 & 4.5 \\ 8.25 & 4.5 \\ 8.625 & 4.5 \\ 9.0 & 4.5 \\ 9.375 & 4.5 \\ 9.75 & 3.8 \\ 10.125 & 3.2 \\ 10.5 & 3.0 \end{pmatrix}$$

Блок решения

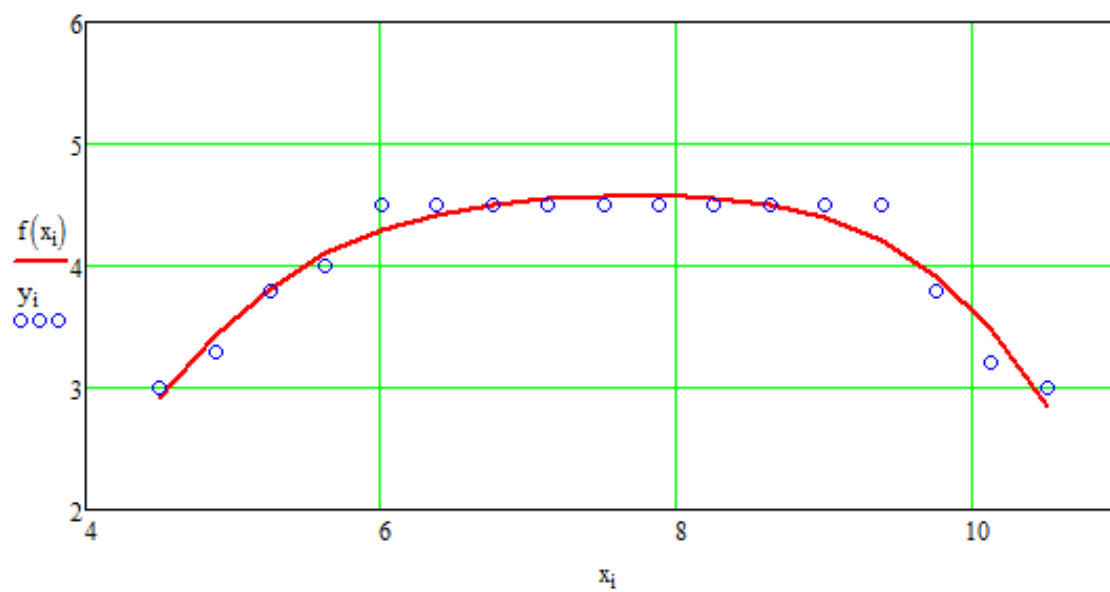
$$d \equiv 0..D \quad x \equiv XY^{(0)} \quad y \equiv XY^{(1)} \quad N \equiv \text{length}(y) \quad X^{(d)} \equiv x^d$$

$$i \equiv 0..N - 1 \quad k \equiv (X^T \cdot X)^{-1} \cdot (X^T \cdot y)$$

$$j \equiv 1..D \quad f(t) \equiv k_0 + \sum_j (k_j \cdot t^j)$$

Коэффициенты полинома

$k_d =$	
$k_0 =$	-23.138
$k_1 =$	11.263
$k_2 =$	-1.347
$k_3 =$	-0.019
$k_4 =$	0.014
$k_5 =$	$-6.958 \cdot 10^{-4}$

График участка $b - c$ среза шерсти, с нанесенными исходными точками

Определение коэффициентов полинома среза шерсти, участок $d - e$ разработанного режущего аппарата

Исходные данные

Степень полинома $D \equiv 4$
 Число точек аппроксимируемой зависимости $N := 9$
 Точки аппроксимируемой зависимости (x, y) следующие:

$$XY \equiv \begin{pmatrix} 13.5 & 3.0 \\ 13.875 & 3.8 \\ 14.25 & 4.5 \\ 14.625 & 4.5 \\ 15 & 3.9 \\ 15.375 & 3.75 \\ 15.75 & 3.2 \\ 16.125 & 3.0 \\ 16.5 & 3.0 \end{pmatrix}$$

Блок решения

$$d \equiv 0..D \quad x \equiv XY^{(0)} \quad y \equiv XY^{(1)} \quad N \equiv \text{length}(y) \quad X^{(d)} \equiv x^{\rightarrow d}$$

$$i \equiv 0..N - 1 \quad k \equiv (X^T \cdot X)^{-1} \cdot (X^T \cdot y)$$

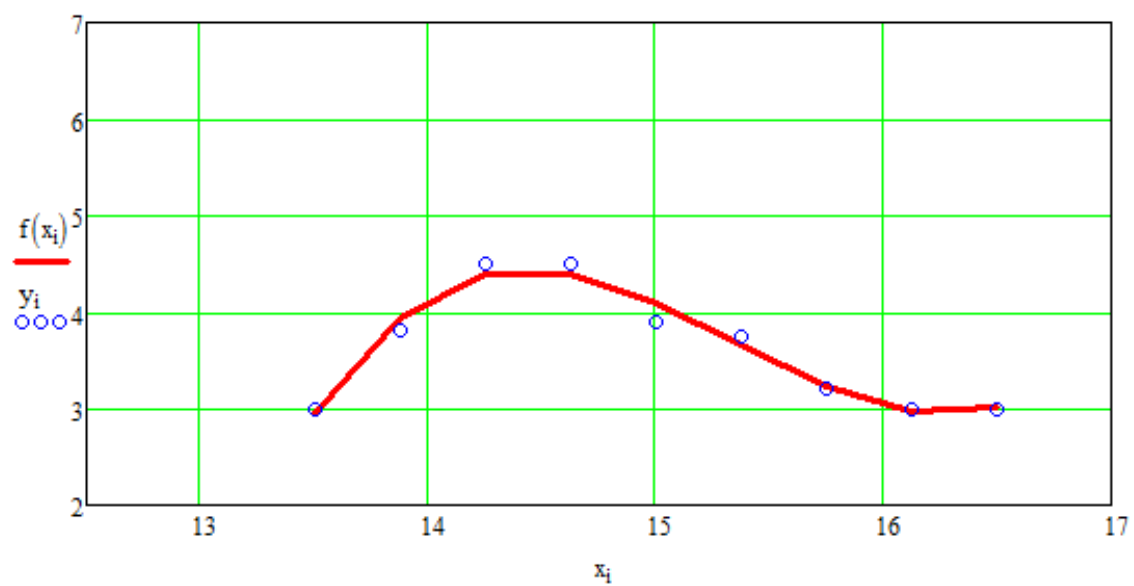
$$j \equiv 1..D \quad f(t) \equiv k_0 + \sum_j (k_j \cdot t^j)$$

Коэффициенты полинома

$$k_d =$$

$k_0 =$	-966.11
$k_1 =$	140.959
$k_2 =$	-2.64
$k_3 =$	-0.373
$k_4 =$	0.014

Приложение Б

График участка $d - e$ среза шерсти, с нанесенными исходными точками

$$F_{nep} = 44,477 - 8,719d + 1,777d^2 \times 10^{-10} + 2,552d\alpha + 0,037\alpha^2$$

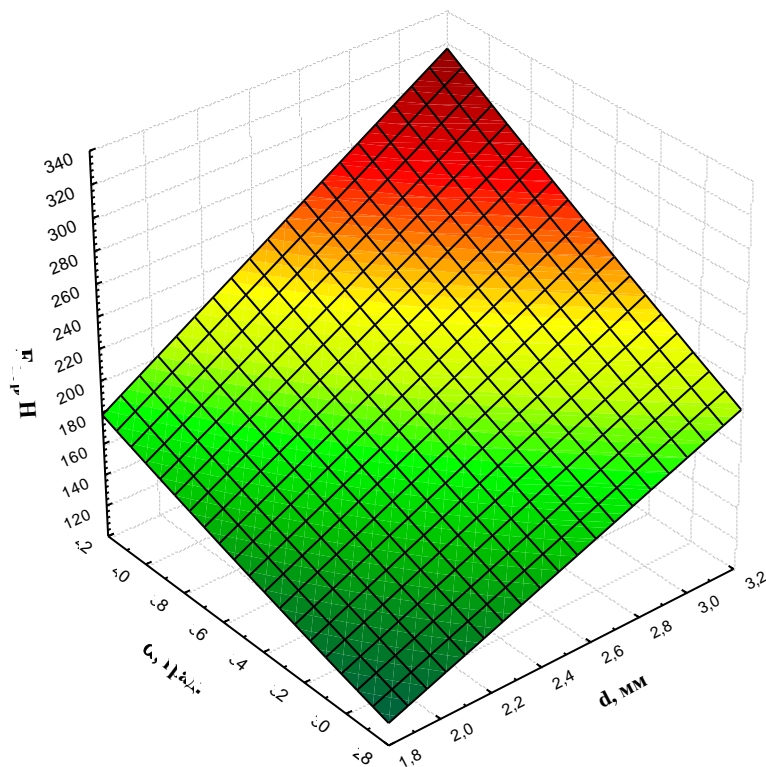


Рис. 1 . Поверхность отклика, характеризующая сопротивление перемещению разработанного вычесывающего устройства в зависимости от диаметра вычесывающего элемента d и угла вхождения α

F_{nep} - сопротивление перемещению вычесывающего устройства, Н;
 α - угол вхождения вычесывающих элементов в шерстно–пуховый покров, град;
 d – диаметр вычесывающего элемента, мм

Приложение В

$$F_{nep} = -0,46 + 80,882 d + 1,391 u_{abc} + 2,231 d^2 \times 10^{-10} - 0,461 du_{abc} - 1,142 u_{abc}^2$$

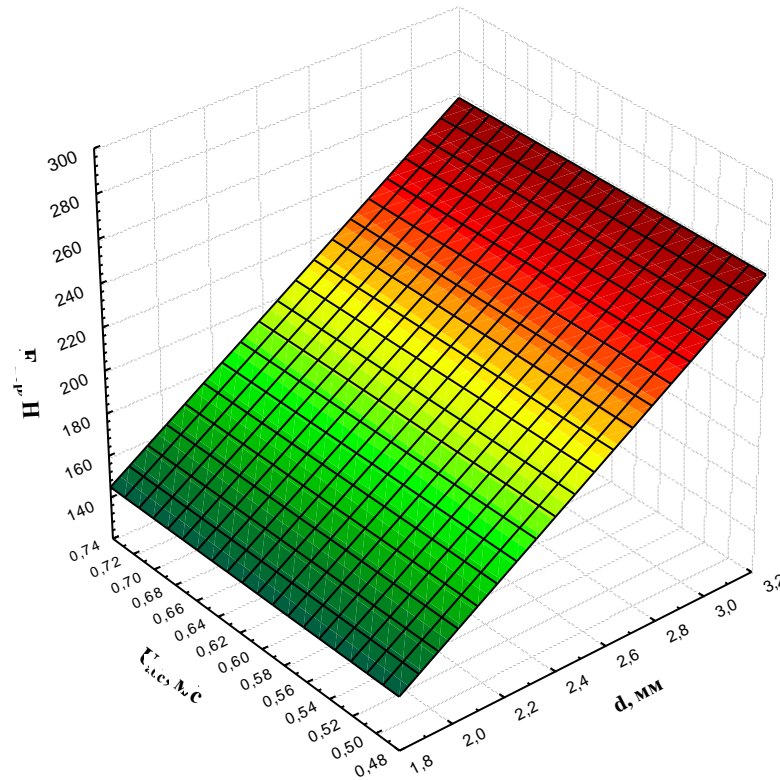


Рис. 2. Поверхность отклика, характеризующая сопротивление перемещению вычесывающего устройства в зависимости от диаметра вычесывающего элемента d и абсолютной скорости перемещения u_{abc}

F_{nep} - сопротивление перемещению вычесывающего устройства, Н;
 u_{abc} - абсолютная скорость движения вычесывающего элемента, м/с;
 d - диаметр вычесывающего элемента, мм

$$F_{пер} = 22,68 + 3,803\alpha + 4,709 \cdot 10^{-9} u_{абс} + 0,037\alpha^2 + 4,582 \cdot 10^{-12} \alpha u_{абс} - 3,992 u_{абс}^2$$

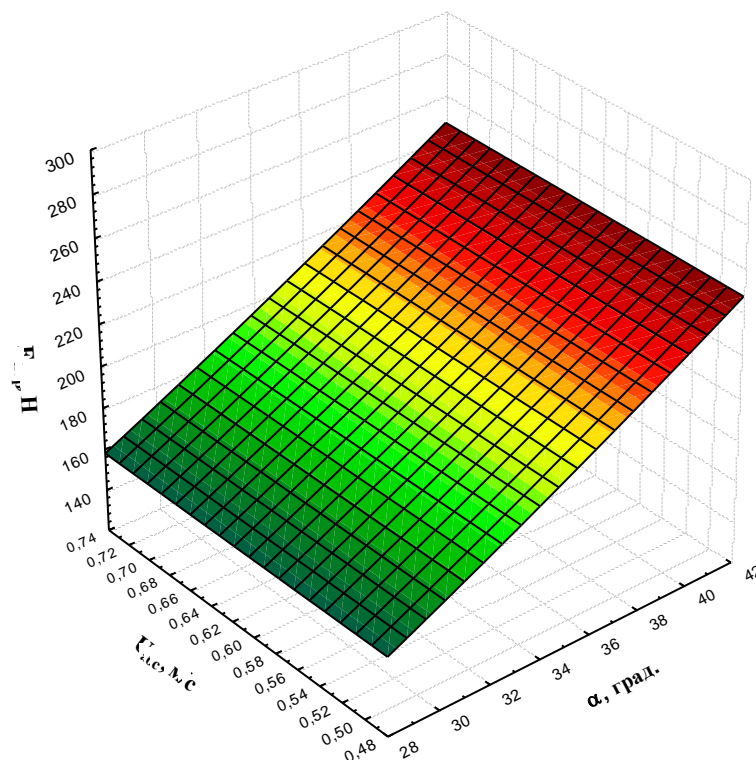


Рис. 3. Поверхность отклика, характеризующая сопротивление перемещению вычесывающего устройства в зависимости от угла вхождения α и абсолютной скорости перемещения $u_{абс}$

$F_{пер}$ - сопротивление перемещению вычесывающего устройства, Н;

$u_{абс}$ - абсолютная скорость движения вычесывающего элемента, м/с;

α - угол вхождения вычесывающих элементов в шерстно-пуховый покров, град;

$$F_{\text{пер}}^{p2}, H = 758,787 - 32,308 \alpha + 96,389 d + 0,576 \alpha^2 - 0,017 \alpha d - 10,889 d^2$$

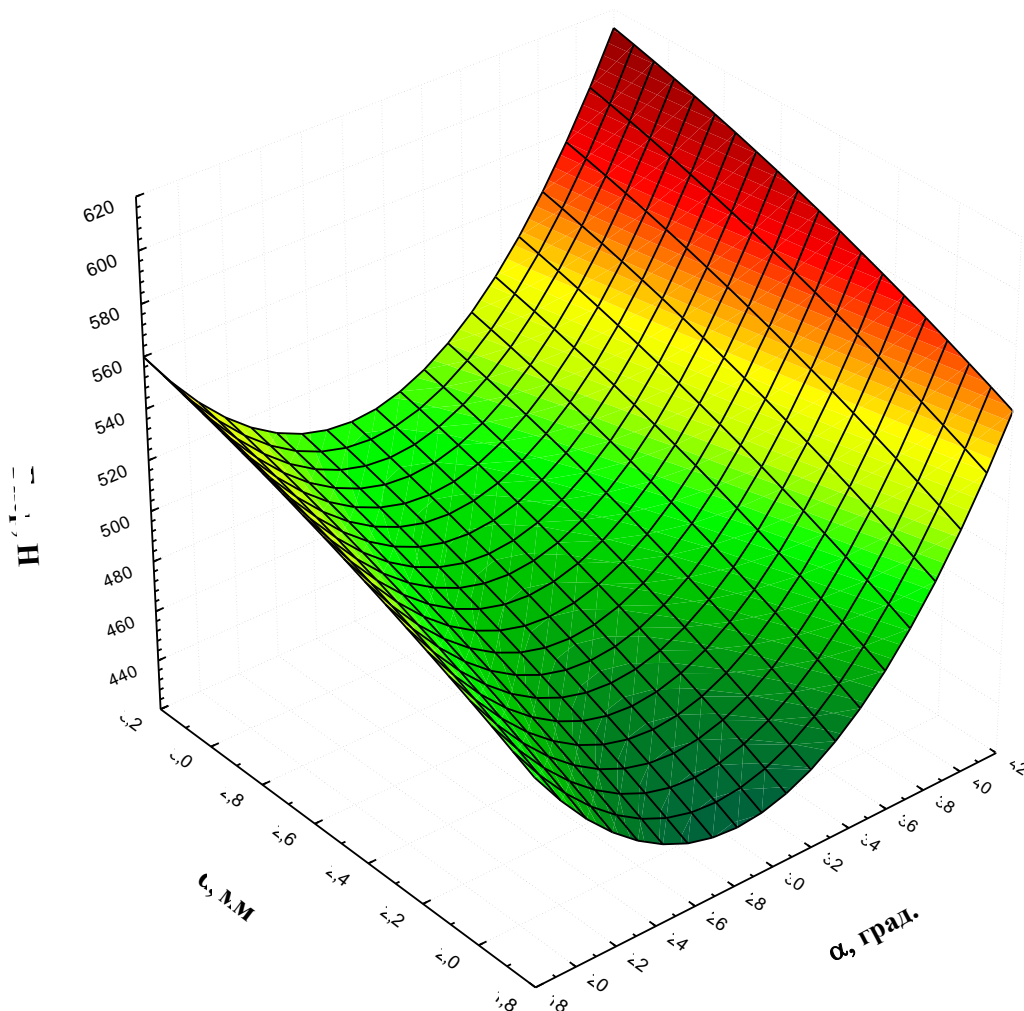


Рис. 4. Поверхность отклика, характеризующая сопротивление перемещению ручного гребня для вычесывания пуха коз в зависимости от диаметра вычесывающего элемента d и угла вхождения α

$F_{\text{пер}}^{p2}$ - сопротивление перемещению ручного гребня, Н

α - угол вхождения вычесывающих элементов в шерстно-пуховый покров, град;

d - диаметр вычесывающего элемента, мм.

Приложение В

$$F_{\text{пер}}^{pz}, H = 376,204 - 190,278u_{\text{абс}} + 100,222d - 10,889d^2 - 21,667du_{\text{абс}} + 177,778u_{\text{абс}}^2$$

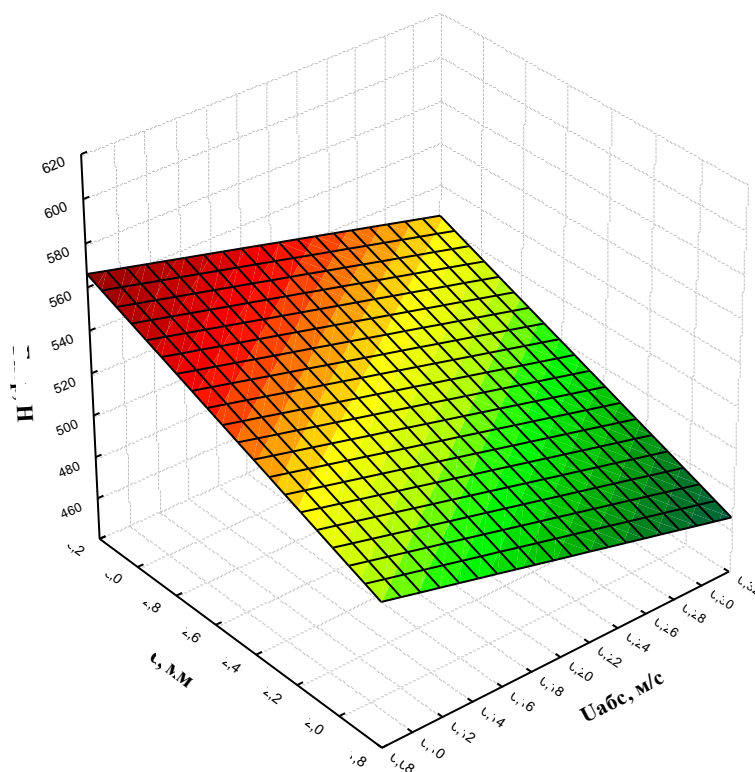


Рис. 5. Поверхность отклика, характеризующая сопротивление перемещению ручного гребня для вычесывания пуха коз в зависимости от диаметра вычесывающего элемента d и абсолютной скорости перемещения $u_{\text{абс}}$

$F_{\text{пер}}^{pz}$ - сопротивление перемещению ручного гребня, Н

$u_{\text{абс}}$ - абсолютная скорость движения вычесывающего элемента, м/с;

d - диаметр вычесывающего элемента, мм

$$F_{пер}^{pz}, H = 972,982 - 32,433\alpha - 256,944u_{абс} + 0,576\alpha^2 + 0,417\alpha u_{абс} + 177,778u_{абс}^2$$

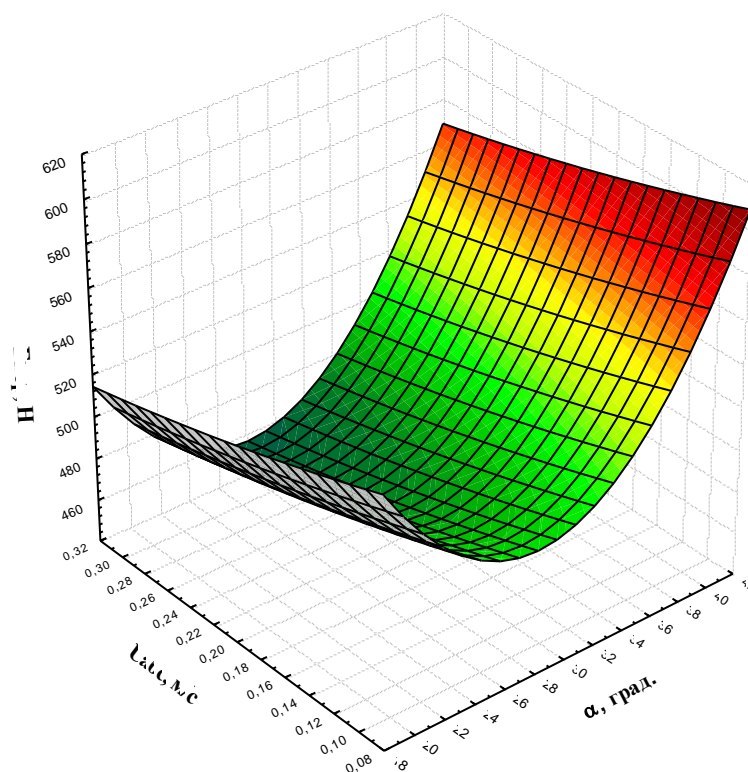


Рис. 6. Поверхность отклика, характеризующая сопротивление перемещению ручного гребня для вычесывания пуха коз в зависимости от угла вхождения α и абсолютной скорости перемещения $u_{абс}$

$F_{пер}^{pz}$ - сопротивление перемещению ручного гребня, Н

$u_{абс}$ - абсолютная скорость движения вычесывающего элемента, м/с;

α - угол вхождения вычесывающих элементов в шерстно-пуховый покров, град;

$$N = -26,855 + 8,005d + 1,556\alpha + 5,164d^2 \cdot 10^{-12} + 0,27d\alpha - 0,022\alpha^2$$

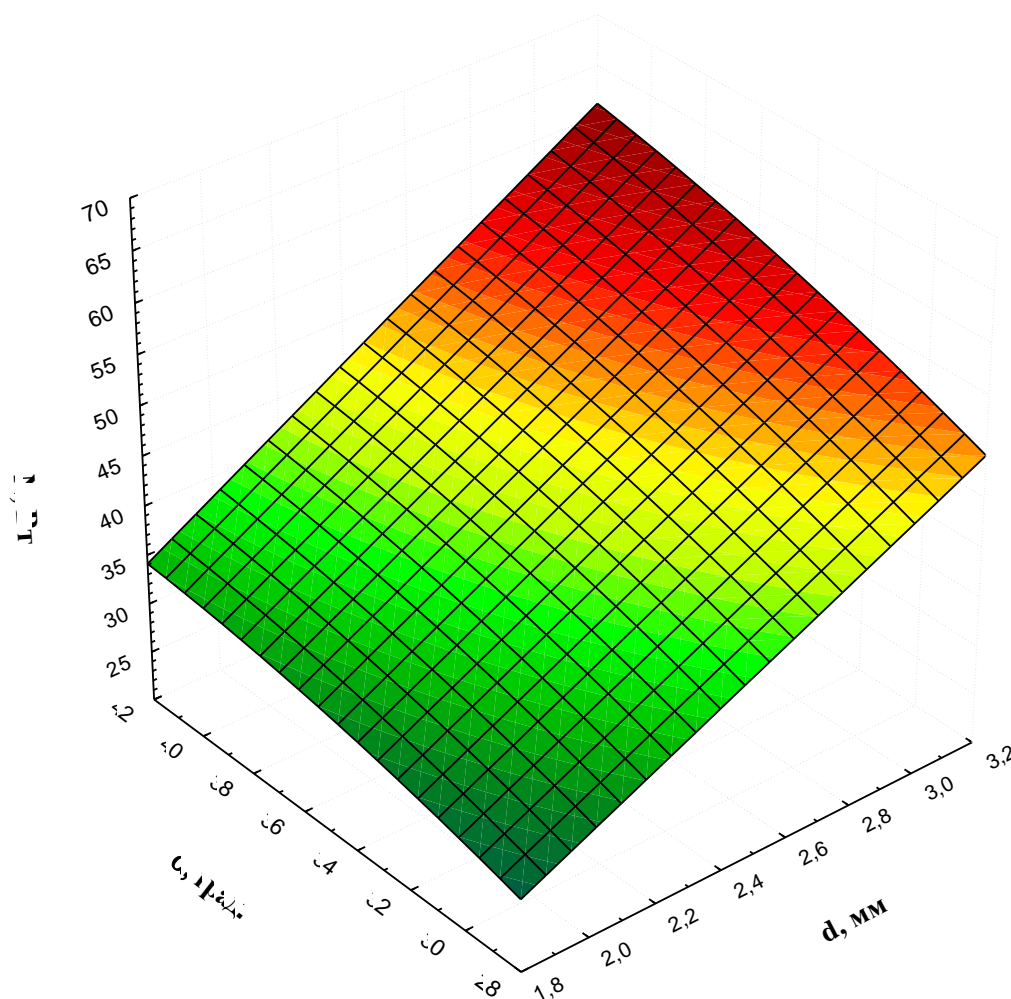


Рис. 7. Поверхность отклика, характеризующая мощность, затрачиваемую на проход вычесывающего устройства в зависимости от диаметра вычесывающего элемента d и угла вхождения α

N – мощность, затрачиваемая на проход вычесывающих планок в шерстно-пуховом покрове, Вт;

α - угол вхождения вычесывающих элементов в шерстно–пуховый покров, град;

d – диаметр вычесывающего элемента, мм.

$$N = -0,334 + 1,116 u_{abc} + 0,029 d - 0,916 u_{abc}^2 + 28,629 u_{abc} d - 6,33 \cdot 10^{-12} d^2$$

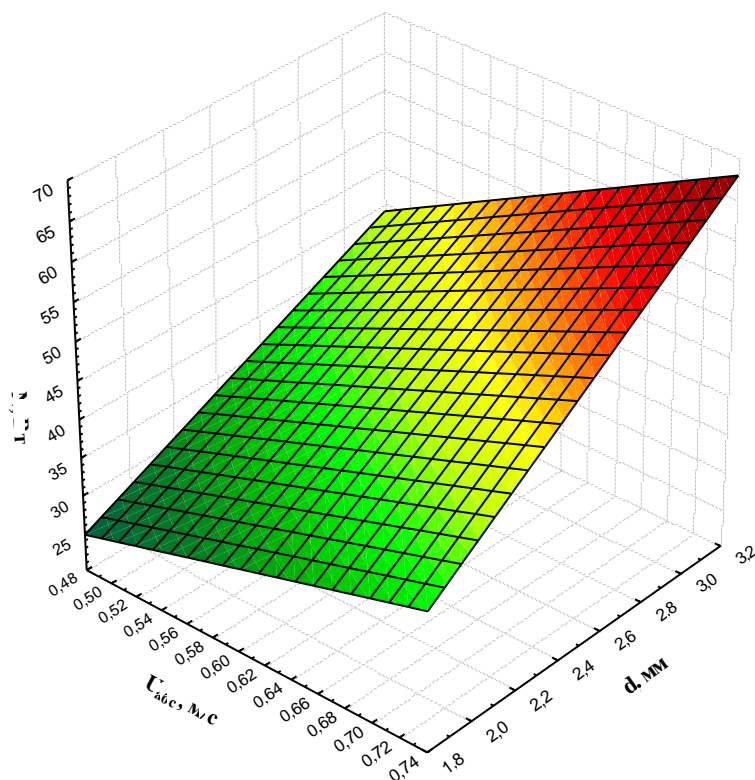


Рис. 8. Поверхность отклика, характеризующая мощность, затрачиваемую на проход вычесывающего устройства в зависимости от диаметра вычесывающего элемента d и абсолютной скорости перемещения u_{abc}

N – мощность, затрачиваемая на проход вычесывающих планок в шерстнопуховом покрове, Вт;

u_{abc} - абсолютная скорость движения вычесывающего элемента, м/с;

d – диаметр вычесывающего элемента, мм.

Приложение В

$$N = -26,634 + 32,547u_{abc} + 1,543\alpha + 0,004u_{abc}^2 + 1,118u_{abc}\alpha - 0,022\alpha^2$$

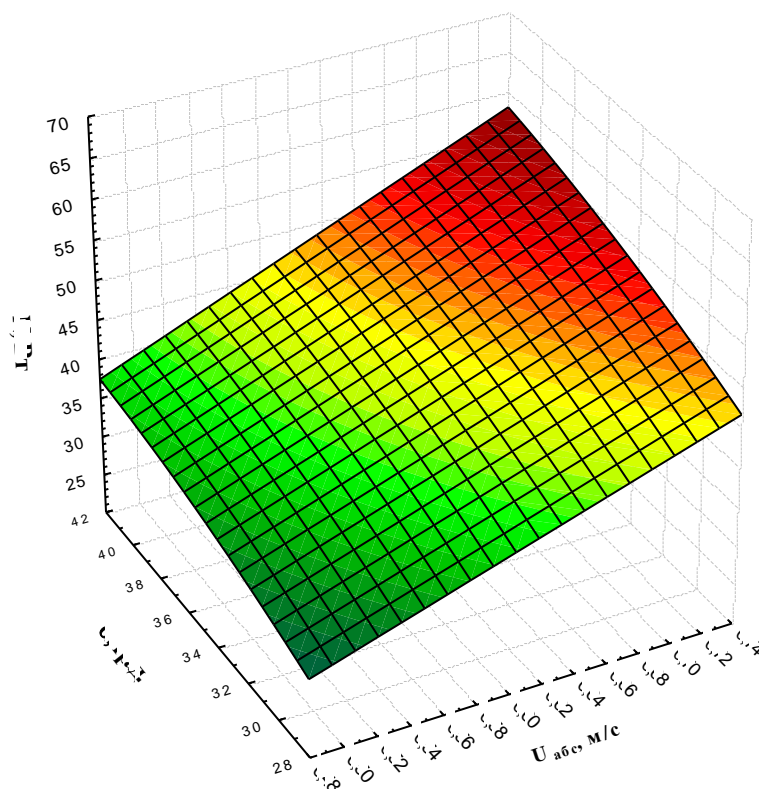


Рис. 9. Поверхность отклика, характеризующая мощность, затрачиваемую на проход вычесывающего устройства в зависимости от угла вхождения α и абсолютной скорости перемещения u_{abc}

N – мощность, затрачиваемая на проход вычесывающих планок в шерстнопуховом покрове, Вт;

u_{abc} - абсолютная скорость движения вычесывающего элемента, м/с;

α - угол вхождения вычесывающих элементов в шерстнопуховый покров, град;

$$D = 0,059 - 0,025d - 0,003\alpha + 0,03d^2 - 0,002d\alpha + 0,1 \cdot 10^{-3} \alpha^2$$

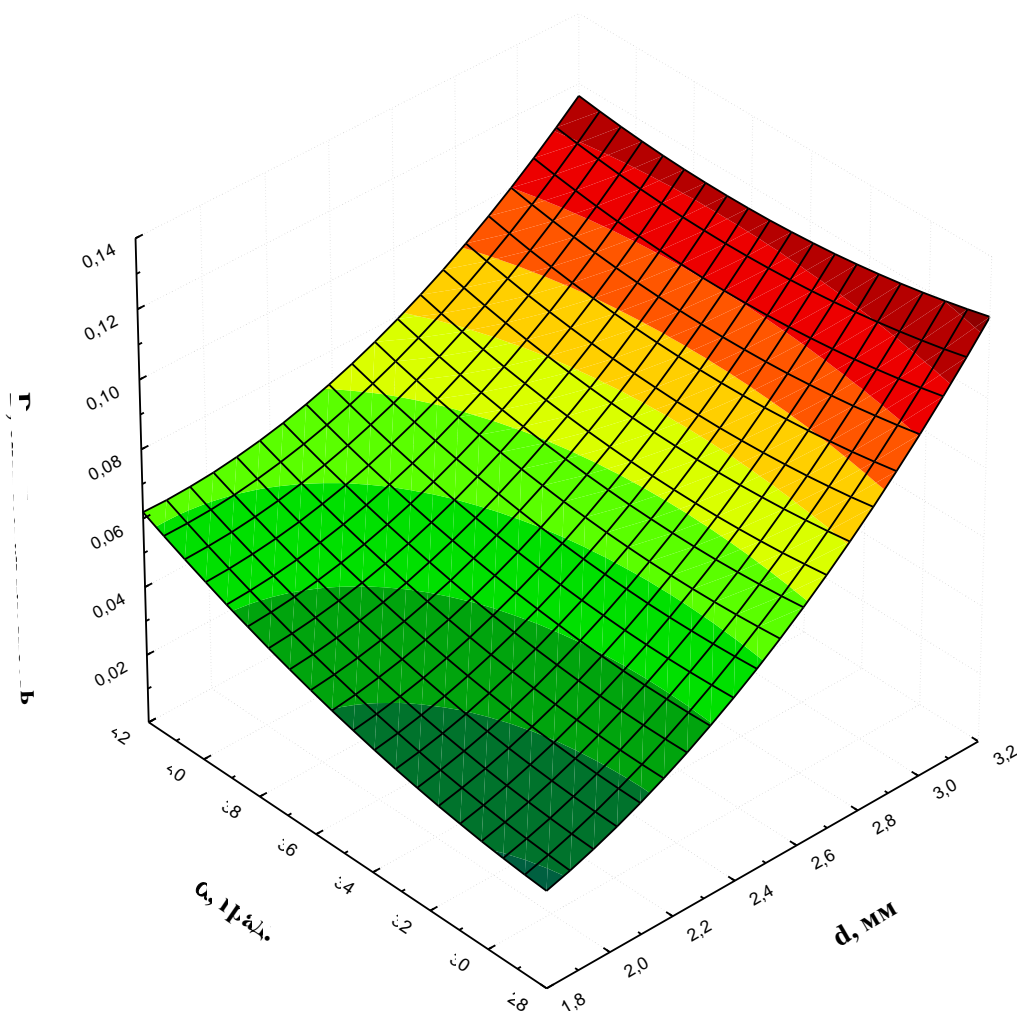


Рис. 10. Поверхность отклика, характеризующая качество работы вычесывающего устройства в зависимости от диаметра вычесывающего элемента d и угла вхождения α .

D – оптическая плотность;

α – угол вхождения вычесывающих элементов в шерстно–пуховый покров, град;

d – диаметр вычесывающего элемента, мм.

$$D = 0,091 - 0,056 u_{абс} - 0,072 d + 0,161 u_{абс}^2 - 0,041 u_{абс}^2 d + 0,03 d^2$$

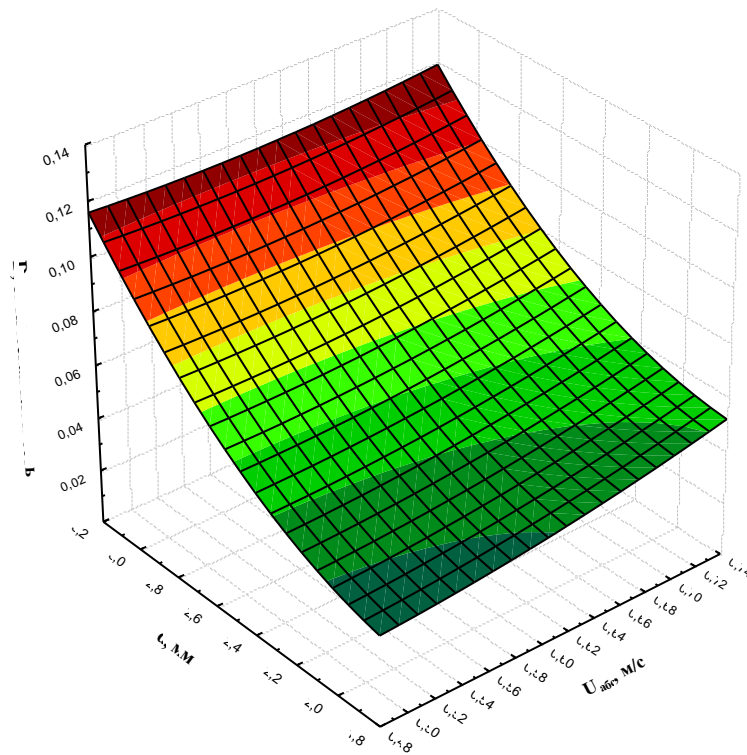


Рис. 11. Поверхность отклика, характеризующая качество работы вычесывающего устройства в зависимости от абсолютной скорости перемещения $u_{абс}$ и диаметра вычесывающего элемента d .

D – оптическая плотность;

$u_{абс}$ – абсолютная скорость движения вычесывающего элемента, м/с;

d – диаметр вычесывающего элемента, мм.

$$D = 0,377 - 0,411u_{abc} - 0,012\alpha + 0,167u_{abc}^2 + 0,007u_{abc}\alpha + 0,1 \cdot 10^{-3}\alpha^2$$

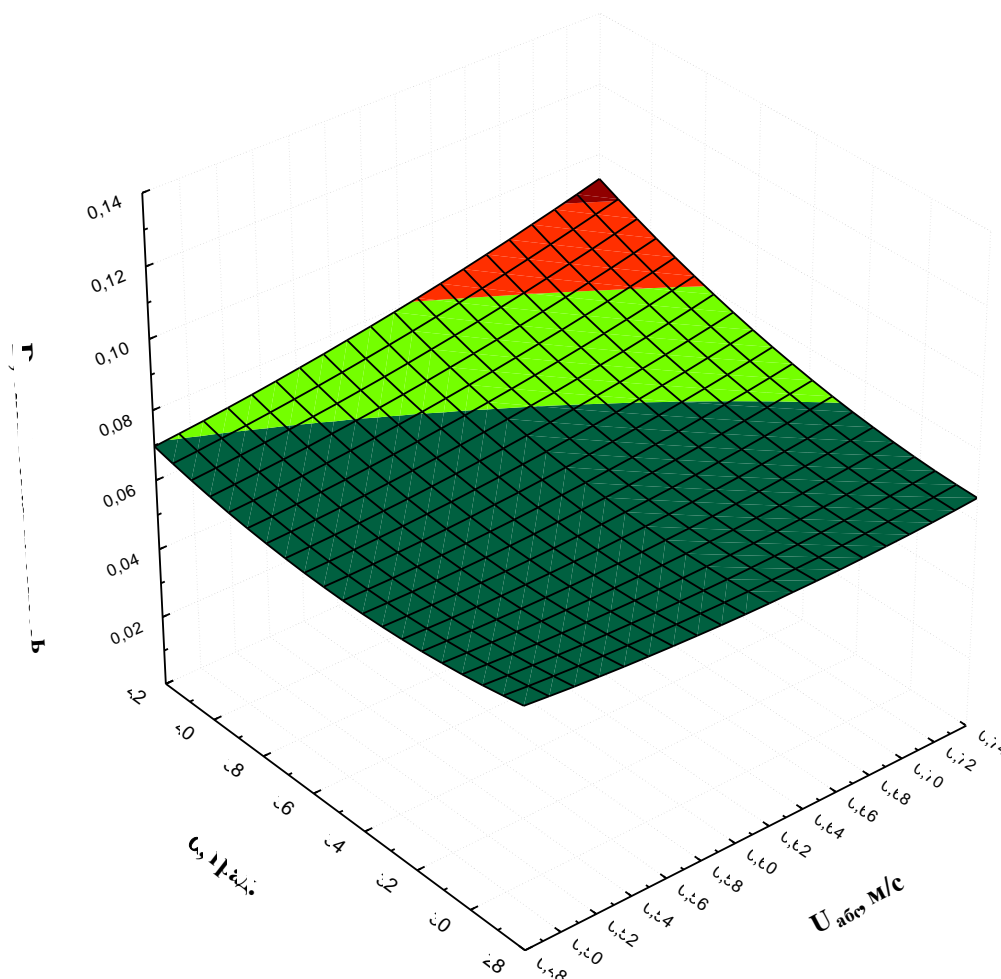


Рис. 12. Поверхность отклика, характеризующая качество работы вычесывающего устройства в зависимости от абсолютной скорости перемещения u_{abc} и угла вхождения α .

D – оптическая плотность;

u_{abc} - абсолютная скорость движения вычесывающего элемента, м/с;

α - угол вхождения вычесывающих элементов в шерстно–пуховый покров, град;

$$D^{p^2} = 7,612 - 0,062\alpha - 4,891d + 0,001\alpha^2 - 0,002d\alpha + 1,024d^2$$

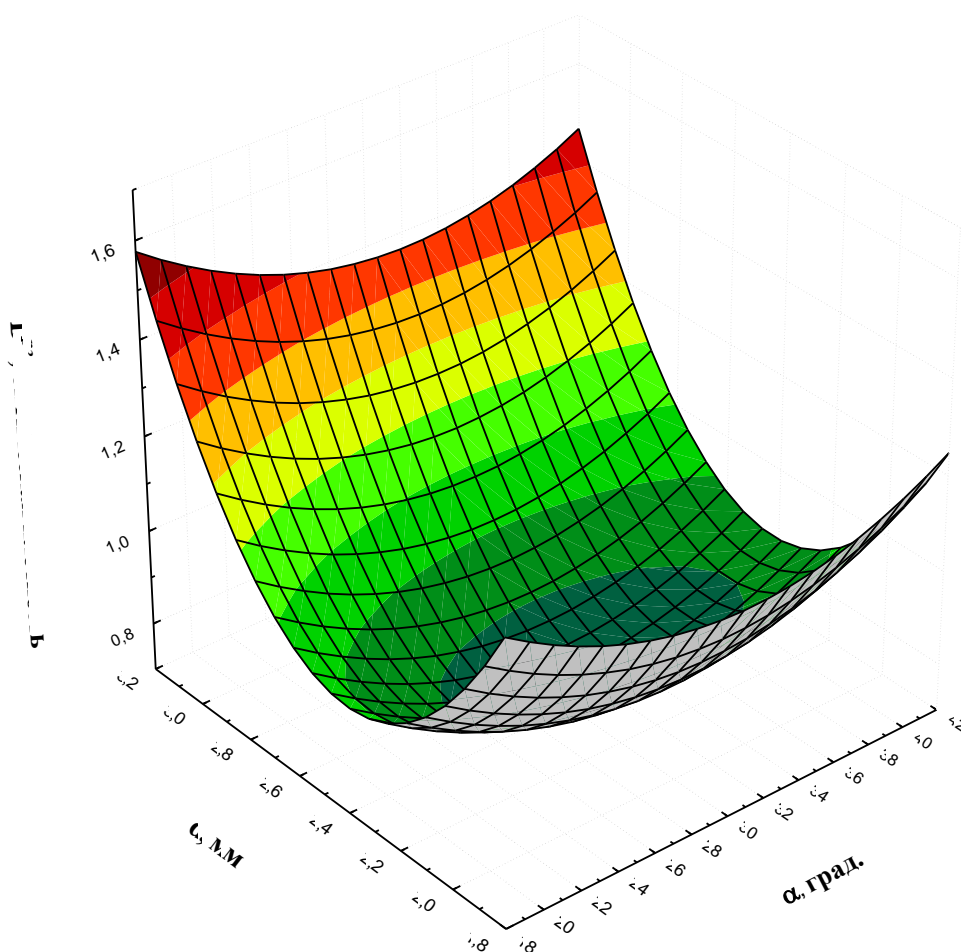


Рис. 13. Поверхность отклика, характеризующая качество работы ручного гребня в зависимости от диаметра вычесывающего элемента d и угла вхождения α

D^{p^2} – оптическая плотность при вычесывании ручным гребнем;
 α - угол вхождения вычесывающих элементов в шерстно–пуховый покров, град;
 d – диаметр вычесывающего элемента, мм.

$$D^{p_2} = 6,764 + 0,069u_{abc} - 4,969d - 0,056u_{abc}^2 + 0,117u_{abc}d + 1,024d^2$$

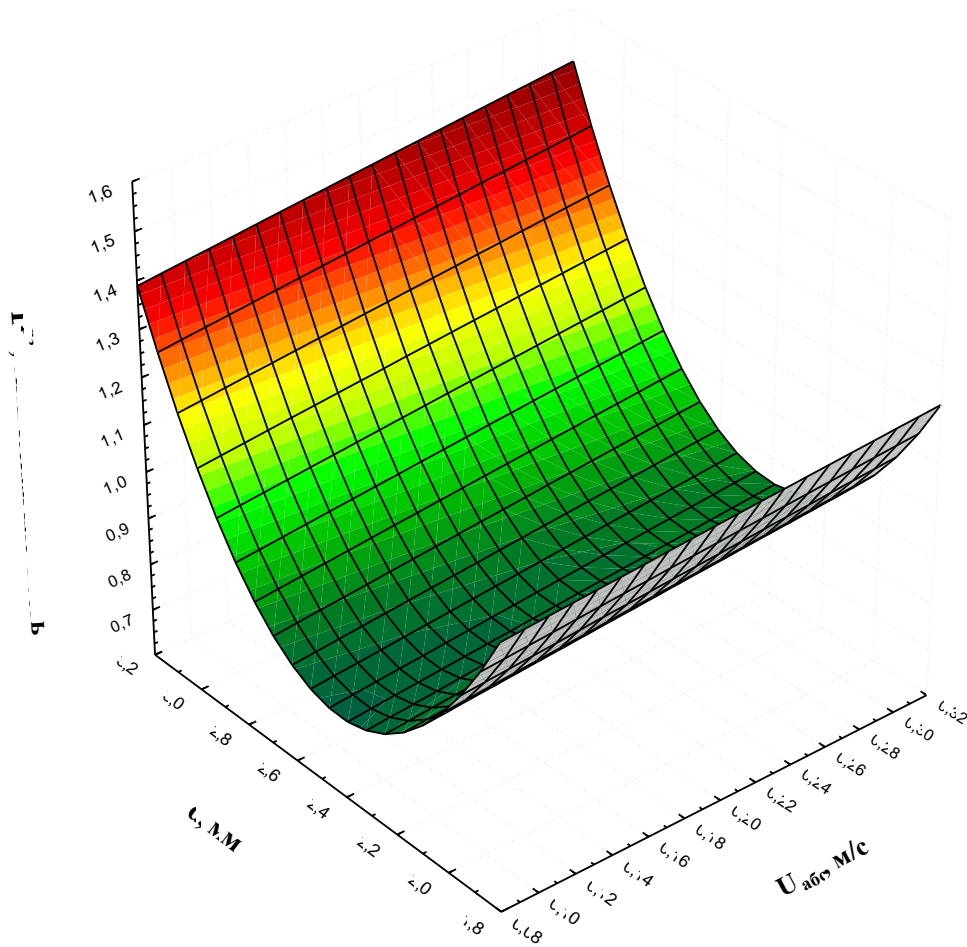


Рис. 14. Поверхность отклика, характеризующая качество работы ручного гребня в зависимости от абсолютной скорости перемещения u_{abc} и диаметра вычесывающего элемента d

D^{p_2} – оптическая плотность при вычесывании ручным гребнем;
 u_{abc} – абсолютная скорость движения вычесывающего элемента, м/с;
 d – диаметр вычесывающего элемента, мм.

$$D = 1,889 - 0,066\alpha + 0,361u_{abc} + 0,001\alpha^2 + 1,979 \cdot 10^{-15} u_{abc}\alpha - 0,056u_{abc}^2$$

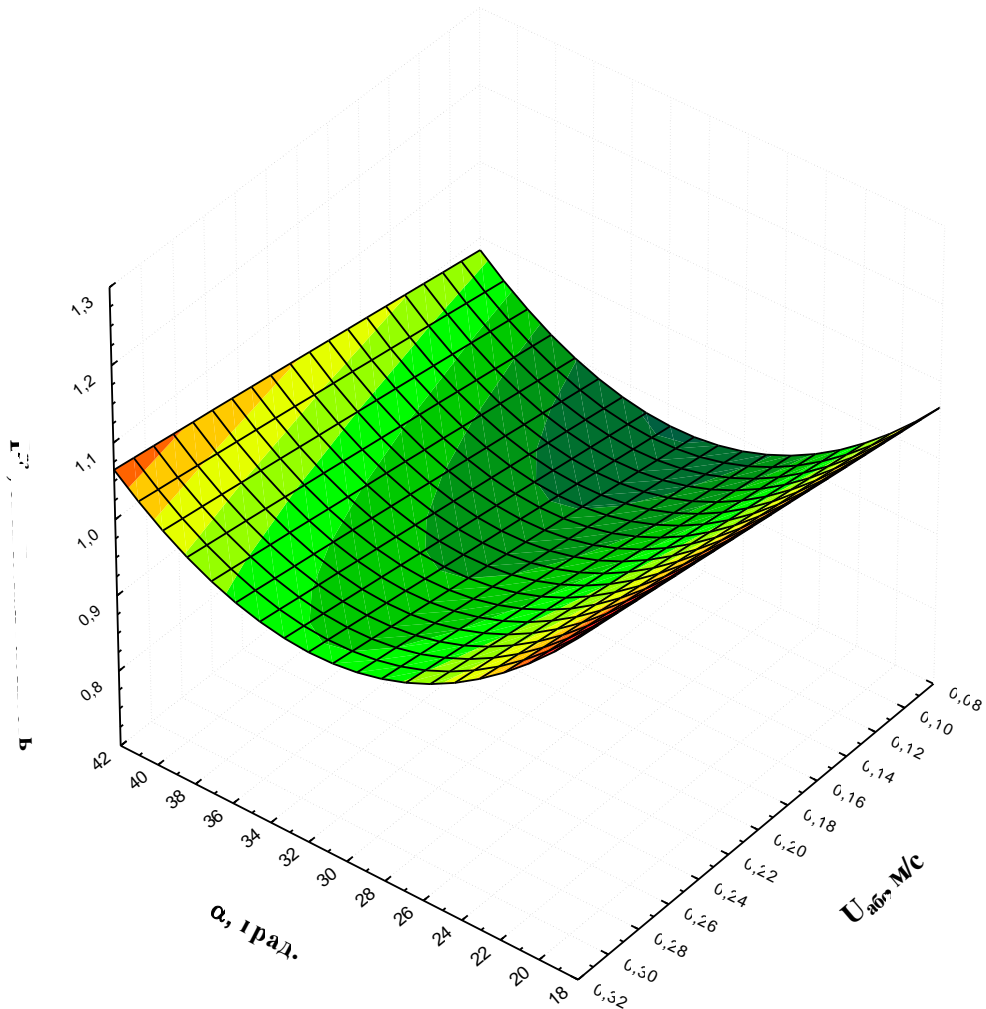


Рис. 15. Поверхность отклика, характеризующая качество работы ручного гребня в зависимости от абсолютной скорости перемещения u_{abc} и угла вхождения α

D^{p2} – оптическая плотность при вычесывании ручным гребнем;

u_{abc} - абсолютная скорость движения вычесывающего элемента, м/с;

α - угол вхождения вычесывающих элементов в шерстно–пуховый покров, град;

$$K = -2,591 + 17738826d - 1246,473L - 1,056d^2 \times 10^7 - 8,553dL - 459,175L^2$$

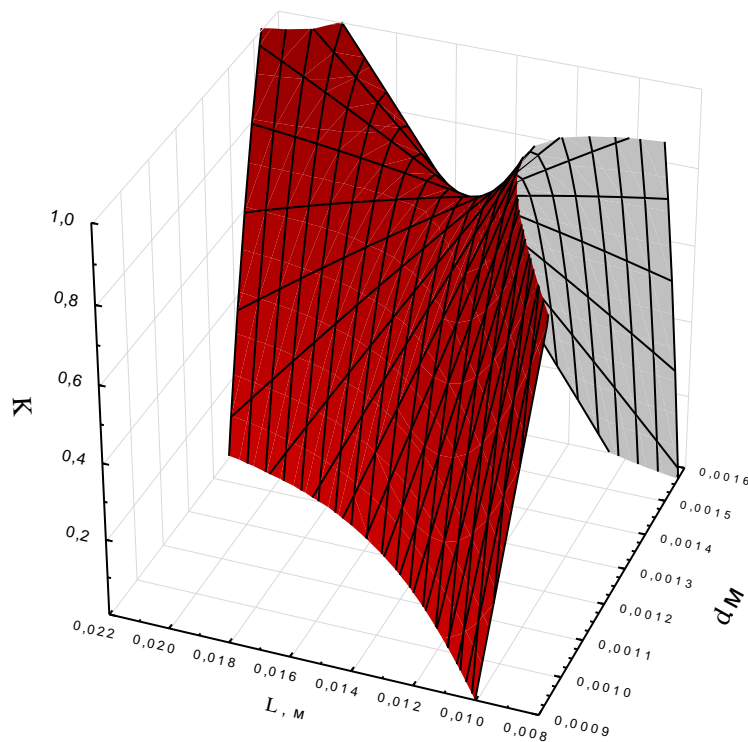


Рис. 1. Поверхность отклика, характеризующая качество работы предложенного универсального устройства для механической обработки кожного покрова животных в зависимости от диаметра d и длины L очищающих элементов

K – коэффициент, характеризующий качество работы устройства;

d – диаметр очищающих элементов, м;

L – длина очищающих элементов, м.

$$K = 2,826 - 566065d - 0,008E - 7,38d^2 \times 10^5 + 6,467dE - 1,71E^2 \times 10^{-6}$$

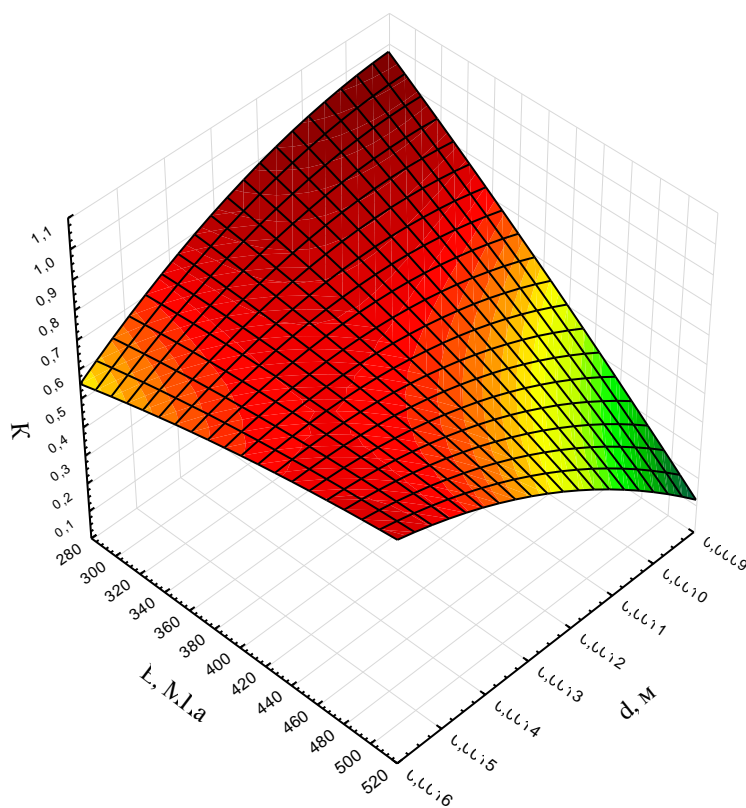


Рис. 2. Поверхность отклика, характеризующая качество работы предложенного универсального устройства для механической обработки кожного покрова животных в зависимости от диаметра d и модуля упругости материала E очищающих элементов

K – коэффициент, характеризующий качество работы устройства;

d – диаметр очищающих элементов, м;

E – модуль упругости материала очищающих элементов, МПа.

$$K = -0,269 + 3,45 L + 0,004 E + 787,819 L^2 - 0,013 L E - 4,839 E^2 \times 10^{-6}$$

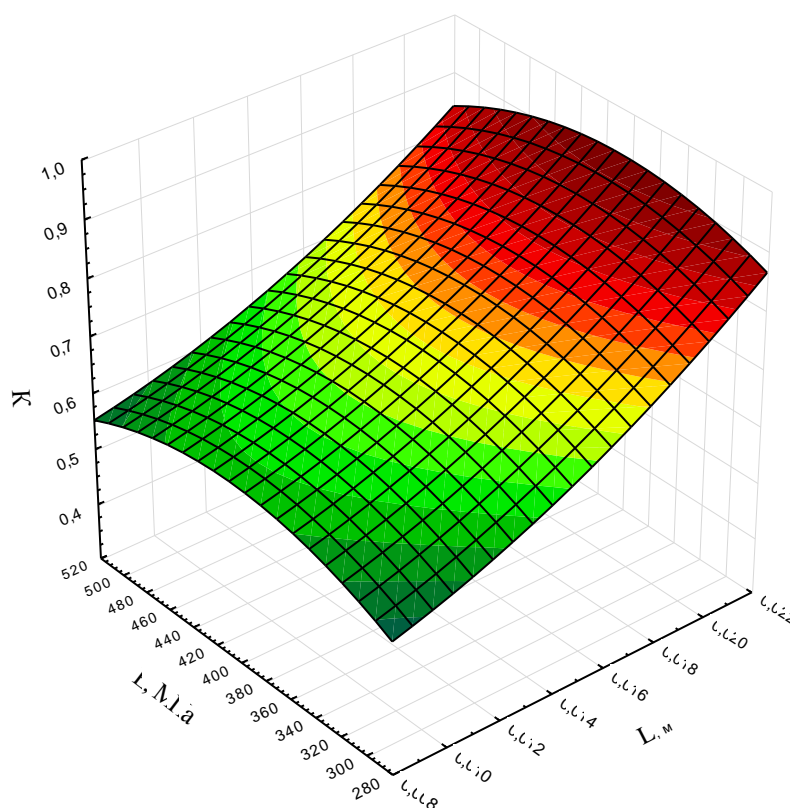


Рис. 3. Поверхность отклика, характеризующая качество работы предложенного универсального устройства для механической обработки кожного покрова животных в зависимости от длины L и модуля упругости материала E очищающих элементов

K – коэффициент, характеризующий качество работы устройства;

L – длина очищающих элементов, м;

E – модуль упругости материала очищающих элементов, МПа.

$$K = 0,685 - 21,045\delta_c + 0,001\omega - 17908,043\delta_c^2 + 0,673\delta_c \omega - 7,814\omega^2 \times 10^{-6}$$

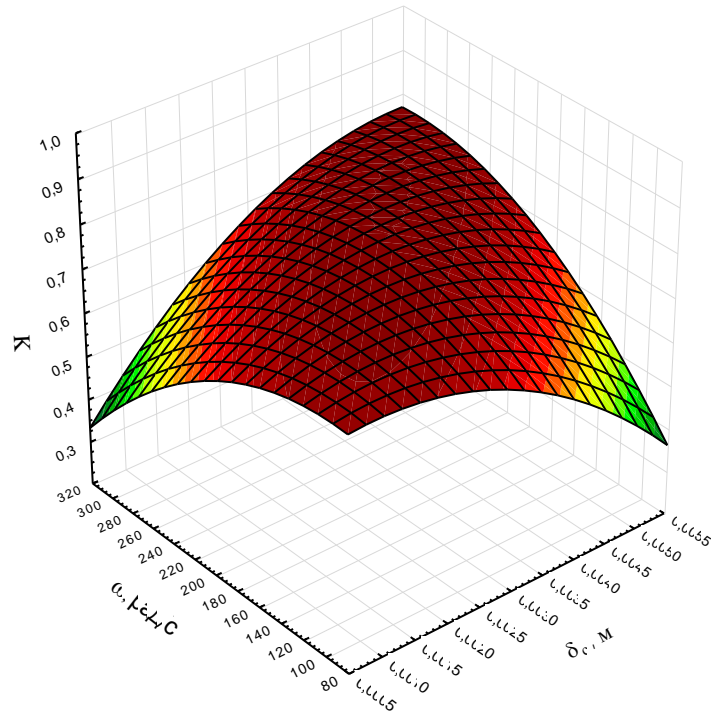


Рис. 4. Поверхность отклика, характеризующая качество работы предложенного универсального устройства для механической обработки кожного покрова животных в зависимости от прогиба δ_c и угловой скорости ω очищающих элементов

K – коэффициент, характеризующий качество работы устройства;

δ_c – прогиб очищающих элементов, м;

ω – угловая скорость очищающих элементов, рад/с.

$$K = 0,726 + 107,628 \delta_c - 1,961v - 16346,228\delta_c^2 + 62,832\delta_c v + 4,276v^2$$

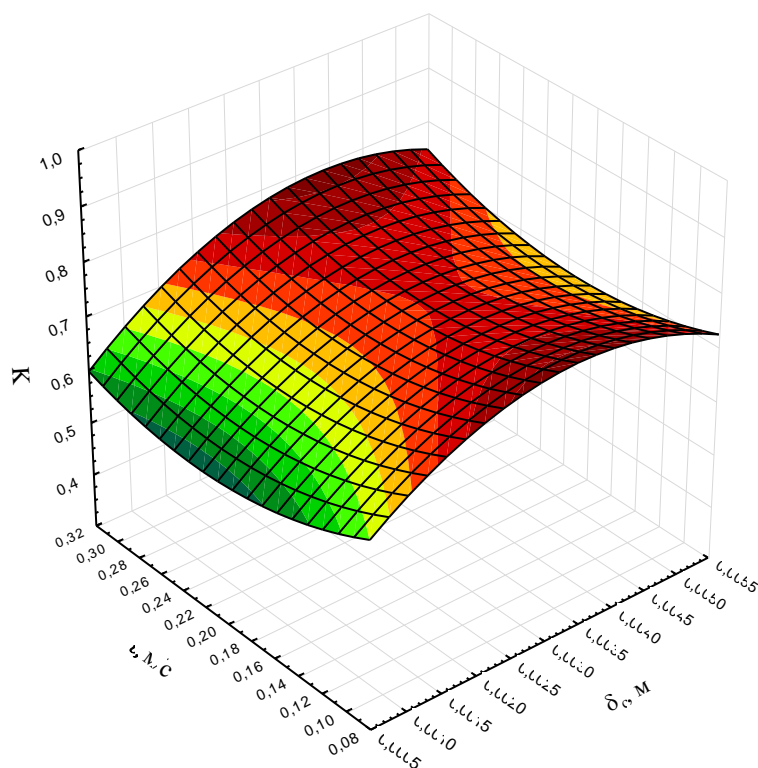


Рис. 5. Поверхность отклика, характеризующая качество работы предложенного универсального устройства для механической обработки кожного покрова животных в зависимости от прогиба очищающих элементов δ_c и скорости перемещения v

K – коэффициент, характеризующий качество работы устройства;

δ_c – прогиб очищающих элементов, м;

v – скорость перемещения механического очищающего устройства по очищаемой поверхности, м/с.

$$K = 0,622 + 0,002\omega - 0,411\nu - 5,938\omega^2 \times 10^{-6} + 0,001\omega\nu + 0,004\nu^2$$

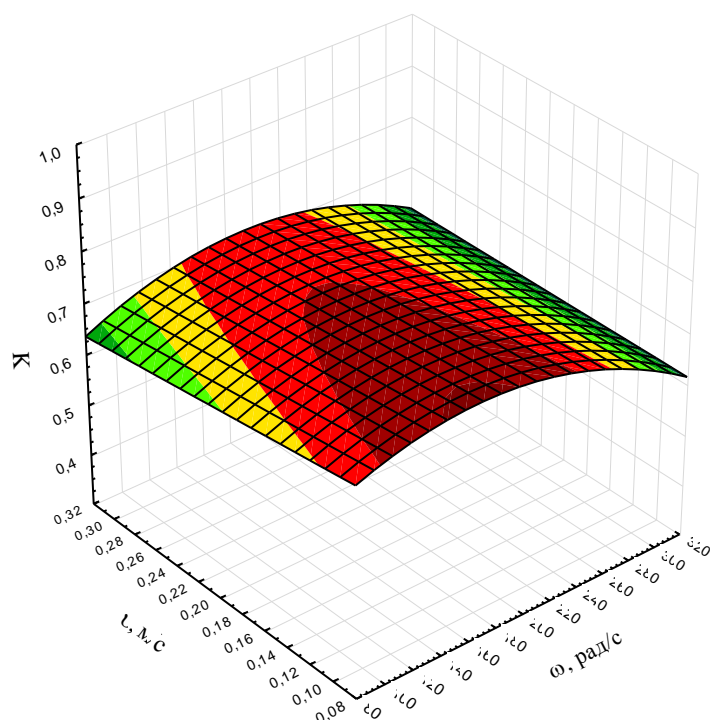


Рис. 6. Поверхность отклика, характеризующая качество работы предложенного универсального устройства для механической обработки кожного покрова животных в зависимости от угловой скорости очищающих элементов ω и скорости перемещения ν

K – коэффициент, характеризующий качество работы устройства;

ω – угловая скорость очищающих элементов, рад/с;

ν – скорость перемещения механического очищающего устройства по очищаемой поверхности, м/с.

$$N = -150686 + 4,947d \times 10^5 - 10188278L - 2,044d^2 \times 10^8 + 5,549dL \times 10^6 + 4483771L^2$$

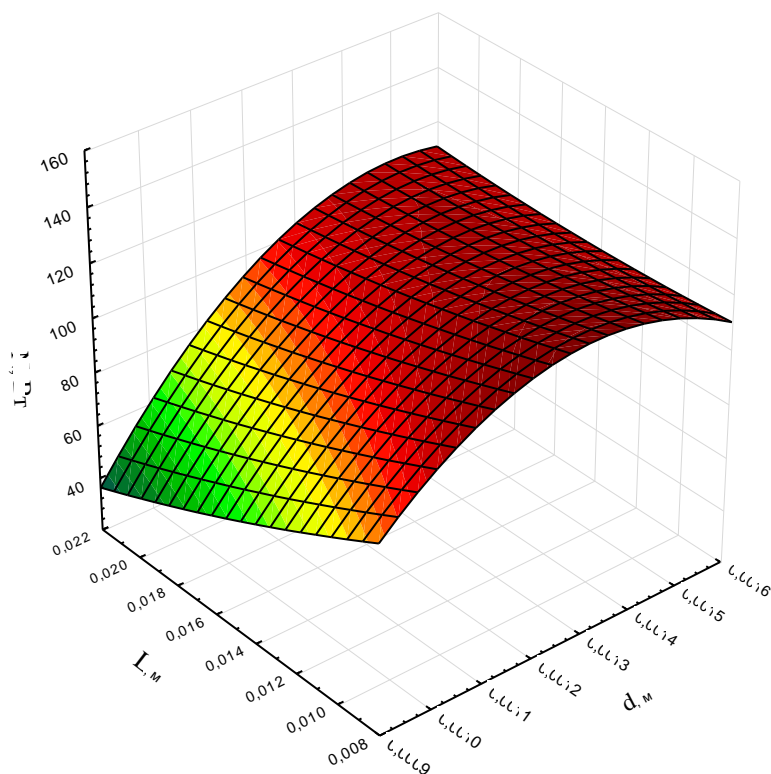


Рис. 7. Поверхность отклика, характеризующая мощность затрачиваемую на проход разработанного универсального устройства для механической обработки кожного покрова животных в зависимости от диаметра d и длины L очищающих элементов

N – мощность, затрачиваемая на проход разработанного устройства, Вт;

d – диаметр очищающих элементов, м;

L – длина очищающих элементов, м.

$$N = -251,861 + 2,843 d \times 10^5 + 0,744 E - 8,996 d^2 \times 10^7 - 56,966 d E - 0,0007 E^2$$

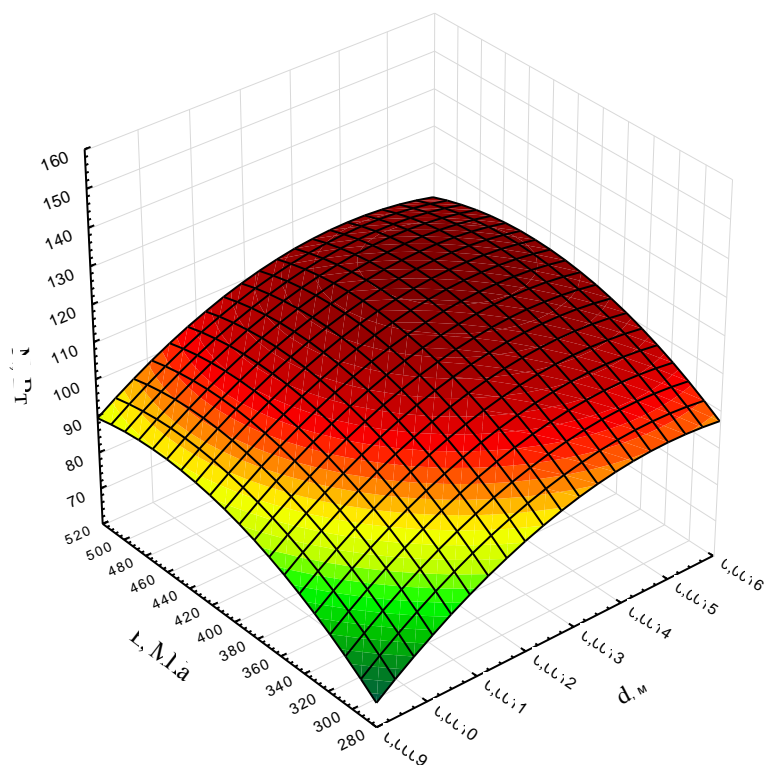


Рис. 8. Поверхность отклика, характеризующая мощность затрачиваемую на проход разработанного универсального устройства для механической обработки кожного покрова животных в зависимости от диаметра d и модуля упругости материала E очищающих элементов

N – мощность, затрачиваемая на проход разработанного устройства, Вт;

d – диаметр очищающих элементов, м;

E – модуль упругости материала очищающих элементов, МПа.

$$N = 91,747 + 3571,758L - 0,056E - 6,478L^2 \times 10^5 + 40,159LE - 0,0006E^2$$

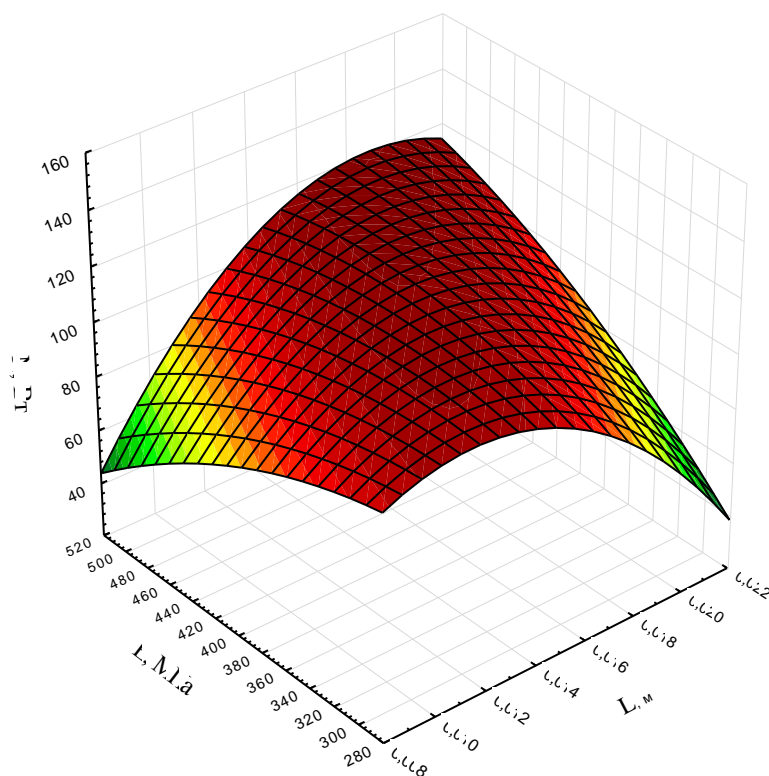


Рис. 9. Поверхность отклика, характеризующая мощность затрачиваемую на проход разработанного универсального устройства для механической обработки кожного покрова животных в зависимости от длины L и модуля упругости материала E очищающих элементов

N – мощность, затрачиваемая на проход разработанного устройства, Вт;

L – длина очищающих элементов, м;

E – модуль упругости материала очищающих элементов, МПа.

$$N = 103,541 - 10488,022 \delta_c + 0,286\omega - 1,234\delta_c^2 \times 10^6 + 87,186\delta_c \omega - 0,001\omega^2$$

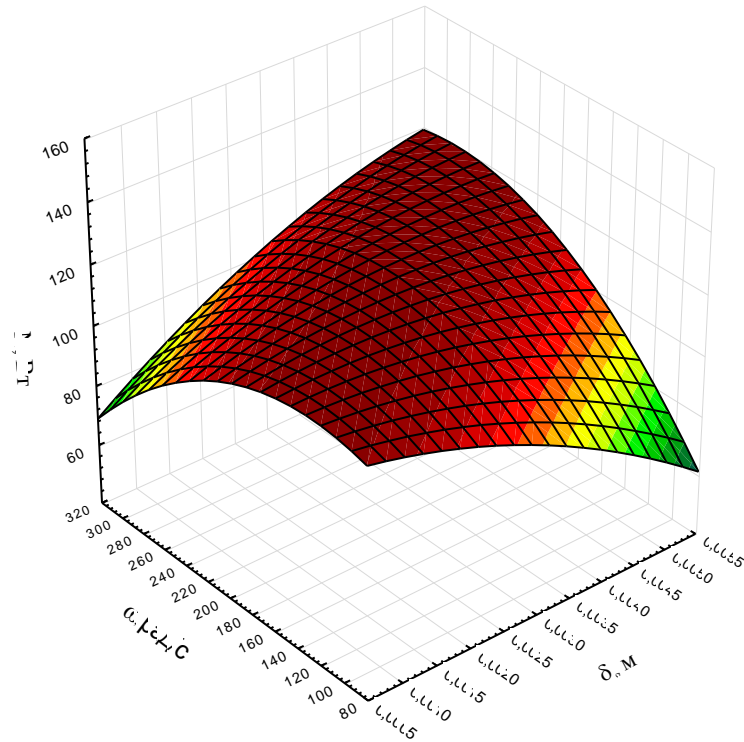


Рис. 10. Поверхность отклика, характеризующая мощность затрачиваемую на проход разработанного универсального устройства для механической обработки кожного покрова животных в зависимости от прогиба δ_c и угловой скорости ω очищающих элементов

N – мощность, затрачиваемая на проход разработанного устройства, Вт;

δ_c – прогиб очищающих элементов, м;

ω – угловая скорость очищающих элементов, рад/с.

$$N = 115,192 + 4058,503 \delta_c - 153,472v - 5,973\delta_c^2 \times 10^5 + 4793,51\delta_c v + 389,45v^2$$

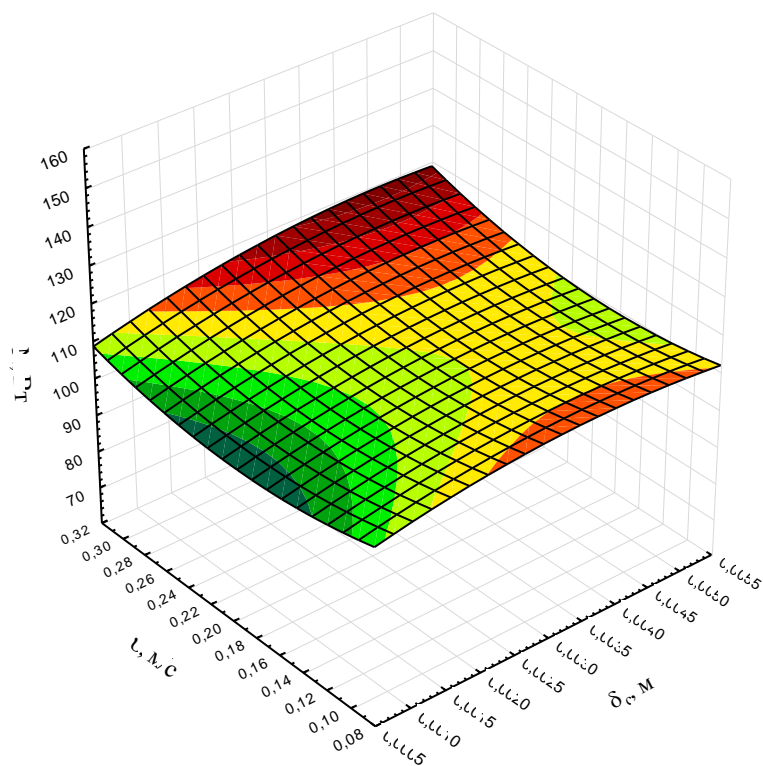


Рис. 11. Поверхность отклика, характеризующая мощность затрачиваемую на проход разработанного универсального устройства для механической обработки кожного покрова животных в зависимости от прогиба очищающих элементов δ_c и скорости перемещения v

N – мощность, затрачиваемая на проход разработанного устройства, Вт;

δ_c – прогиб очищающих элементов, м;

v – скорость перемещения механического очищающего устройства по очищаемой поверхности, м/с.

$$N = 60,521 + 0,508 \omega + 35,019 \nu - 0,001 \omega^2 - 0,035 \omega \nu - 33,796 \nu^2$$

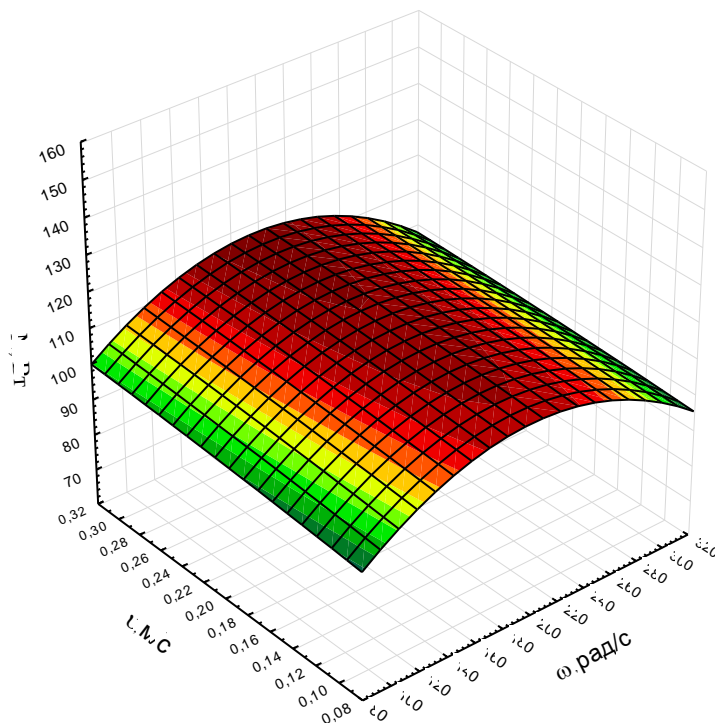


Рис. 12. Поверхность отклика, характеризующая мощность затрачиваемую на проход разработанного универсального устройства для механической обработки кожного покрова животных в зависимости от угловой скорости очищающих элементов ω и скорости перемещения ν

N – мощность, затрачиваемая на проход разработанного устройства, Вт;

ω – угловая скорость очищающих элементов, рад/с;

ν – скорость перемещения механического очищающего устройства по очищаемой поверхности, м/с.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ



Государственное научное учреждение
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

СЕРТИФИКАТ

CERTIFICATE

Настоящим удостоверяется, что

This is to certify that

Хлопко Юрий Александрович

участвовал в работе
17-й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-
ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

participated in
the 17th INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE

*«Инновационные технологии и
технические средства производства
продукции животноводства с
интеллектуальными системами
управления механизированными
процессами»*

*«Innovation technologies and animal
production technology tools equipped with
intellect control systems for mechanical
processes»*

Председатель
организационного комитета,
академик РАН
Ю.Ф.Лачуга

Директор ГНУ ВНИИМЖ,
член-корреспондент РАСХН
Ю.А.Иванов

Москва, 23-24 апреля 2014 г.

Согласовано

Проректор по НР

К. С. В. Петрова Г. В.



Утверждаю

Руководитель организации

Директор ГОПЗ «Октябрьский»,

Недзельский Г. Д.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно – исследовательских, опытно – конструкторских и технологических работ в высших учебных заведениях

Заказчик ГОПЗ «Октябрьский», Октябрьского района, Оренбургской области
(наименование организации)

Директор Недзельский Г. Д.

(Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, что результаты работы «Совершенствование средств механизации и автоматизации сельскохозяй-

(наименование темы, № государственной регистрации)

ственных технологических процессов и методов их использования»,

№ 0196000480

выполненной в Оренбургском государственном аграрном университете
(наименование ВУЗа, НИИ, КБ)

выполненной в 1997 – 2001 г.г.,

(сроки выполнения)

внедрены в ГОПЗ «Октябрьский», Октябрьского района, Оренбургской области
(наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

области

1. Вид внедренных результатов работа стенда для ускоренных эксплуатация (изделия, работы, технологии); испытаний качества заточки режущих пар стригальных машинок. производство (изделия, работы, технологии); функционирование (систем)

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

3. Новизна результатов научно – исследовательских работ качественно новые (пионерские, принципиально новые, качественно новые, модификация, модернизация старых разработок)

4. Опытно – промышленная проверка акт хозяйственных испытаний (указать номер и дату актов испытаний)

Приложение Д

стенда для ускоренных испытаний качества заточки режущих пар в ГО ПЗ
«Октябрьский» июнь 1999 г., июнь 2000 г., май 2001 г.

(наименование предприятия, период)

Члены комиссии:

от ВУЗа

Д.т.н., профессор

Л.П. Карташов

Инженер

Ю.А. Хлопко

от предприятия

Председатель ГО ПЗ

«Октябрьский»

Главный инженер

Недзельский Г.Д

Мурсалимов А.П.

Согласовано

Проректор по НР

к. с. х. н. Петрова Г.В.



Утверждаю

Руководитель организации

Директор ФУСХП им. Попова

Жирников Н.И.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов научно – исследовательских, опытно – конструкторских и технологических работ в высших учебных заведениях

Заказчик ФУСХП им. Попова, Октябрьского района, Оренбургской области
(наименование организации)

Директор Жирников Н.И.

(Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, что результаты работы
«Совершенствование средств механизации и автоматизации сельскохозяй-

(наименование темы, № государственной регистрации)

ственных технологических процессов и методов их использования»,

№ 0196000480

выполненной в Оренбургском государственном аграрном университете
(наименование ВУЗа, НИИ, КБ)

выполненной в 1997 – 2001 г.г.,

(сроки выполнения)

внедрены в ФУСХП им. Попова, Октябрьского района, Оренбургской
(наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

областн

1. Вид внедренных результатов работа стенда для ускоренных
эксплуатация (изделия, работы, технологии);
испытаний качества заточки режущих пар стригальных машинок.
производство (изделия, работы, технологии); функционирование (систем)

2. Характеристика масштаба внедрения единичное

(уникальное, единичное, партия, массовое, серийное)

3. Новизна результатов научно – исследовательских работ

(пионерские,

качественно новые

принципиально новые, качественно новые, модификация, модернизация старых разработок)

4. Опытно – промышленная проверка акт хозяйственных испытаний

(указать номер и дату актов испытаний,

стенда для ускоренных испытаний качества заточки режущих пар в
ФУСХП им. Попова июнь 1999 г., июнь 2000 г, май 2001 г.

наименование предприятия, период)

Члены комиссии:

от ВУЗа

Д.т.н., профессор

Инженер



Л.П. Карташов



Ю.А. Хлопко

от предприятия

Председатель ФУСХП

им. Попова

Главный инженер



Жирников Н.И.

Попов А.И.

СОГЛАСОВАНО.
Проректор университета по
научной работе



Ибрагимов
апрель 2009 г.

УТВЕРЖДАЮ.
Председатель СПК
«Донской»



Махмутов Р.А. *Махмутов*
апрель 2009 г.

Акт внедрения

результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
технологических работ в высших учебных заведениях

Заказчик СПК «Донской», Беляевского района, Оренбургской области
(наименование организации)

Председатель Махмутов Рашит Абдульбарович
(Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, что результаты работы

«Совершенствование технологии и технического средства для
(наименование тема, № государственной регистрации)

механизированного вычесывания пуха коз»

выполненной в Оренбургском государственном аграрном
(наименование ВУЗа, НИИ, КБ)

университете

выполненной в 2006 – 2009 г.г.,
(сроки выполнения)

внедрены в СПК «Донской», Беляевского района, Оренбургской
(наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)

области

1. Вид внедренных результатов эксплуатация механического
(эксплуатация (изделия, работы, технологии),

ленточного устройства для вычесывания пуха коз.
(производство (изделия, работы, технологии), функционирование (систем)

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

3. Новизна результатов научно-исследовательских работ

качественно новые

(пионерские, принципиально
новые, качественно новые, модификации, модификация старых разработок)

4. Опытно-промышленная проверка акт хозяйственных испытаний
(указать номер и дату испытаний)

механического ленточного устройства для вычесывания пуха коз
(наименование предприятия)

в СПК «Донской» февраль – март 2009 г.

Приложение Д

Члены комиссии:

от ВУЗа

Д.т.н., профессор

Преподаватель

К.т.н., доцент

Поздняков В.Д

Ротова В.А.

Хлопко Ю.А.

от предприятия

Председатель СПК «Донской»

Главный инженер

Гл. зоотехник



Махмутов Р.А.

Фризен И.Г.

Сабиров М.М.

СОГЛАСОВАНО.
Проректор университета по
научной работе



«15» апреля 2008 г.



ПОТВЕРЖДАЮ.
Директор СПК
«Рассвет»

Жумаев Б.У.
«10» апреля 2008 г.

Акт внедрения

результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и
технологических работ в высших учебных заведениях

Заказчик СПК «Рассвет» Ясененского района, Оренбургской области
(наименование организации)

Директор Жумаев Бустан Утенович
(Ф.И.О. руководителя организации)

Настоящим актом подтверждается, что результаты работы

«Совершенствование технологии и технического средства для
(наименование темы, № государственной регистрации)

механизированного вычесывания пуха коз»

выполненной в Оренбургском государственном аграрном
(наименование ВУЗа, НИИ, КБ)

университете

выполненной в 2006 – 2009 г.г.,
(сроки выполнения)

внедрены в СПК «Рассвет» Ясененского района, Оренбургской
(наименование предприятия, где осуществлялось внедрение)
области

1. Вид внедренных результатов эксплуатация механического
(эксплуатация (изделия, работы, технологии).

ленточного устройства для вычесывания пуха коз.
(производство (изделия, работы, технологии); функционирование (систем)

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

3. Новизна результатов научно-исследовательских работ качественно новые
(пионерские, принципиально
новые, качественно новые, модификации, модификация старых разработок)

4. Опытно-промышленная проверка акт хозяйственных испытаний
(указать номер и дату испытаний,

механического ленточного устройства для вычесывания пуха коз
(наименование предприятия)

в СПК «Рассвет» февраль – март 2009 г.

Приложение Д

Члены комиссии:

от ВУЗа

Д.т.н., профессор

Преподаватель

К.т.н., доцент

Поздняков В.Д.

Ротова В.А.

Хлопко Ю.А.

от предприятия

Директор СПК «Рассвет»

Зам. директора

Гл. зоотехник



Жумаев Б.У.

Шевченко А.Н.

Ирмаханов К.К.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВПО Оренбургский ГАУ

д.с.-х.н., проф.  Г.В. Петрова

« 26 » 09 2013 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Правда»

 Ю.Н. Шибин

2013 г.



Акт внедрения
результатов научно-исследовательской работы

Устройство для механической обработки кожного покрова КРС и методика оценки
наименование работы
качества его работы.

Состав комиссии: директор ООО «Правда» Ю.Н. Шибин, представители ФГБОУ ВПО
(должность, фамилия, имя, отчество)


Оренбургского государственного аграрного университета: д.т.н., профессор Л.П. Карташов, к.т.н., доцент Ю.А. Хлопко

Составили настоящий акт, в том, что в ООО «Правда» Грачевского района Оренбургской
(наименование предприятия, хозяйства)
области

внедрено устройство для механической обработки кожного покрова крупного рогатого
(наименование процесса, материала, машины, и др.)
скота, опробована методика оценки качества его работы.

1. *В процессе внедрения выполнены следующие работы:* в период с 27,08,2013 по 21,09,2013 на базе ООО «Правда» (с. Новоникольское, Грачевского р-на, Оренбургской обл.) проводилась регулярная механическая обработка кожного покрова КРС предложенным устройством, оценивалось качество воздействия на кожный покров.
2. *Технико-экономические показатели внедрения:* Обработка кожного покрова проводилась с целью определения реакции организма животного на регулярные механические воздействия разработанным устройством. Отмечено увеличение продуктивности (надой молока) у животных опытной группы на 10 – 12%, жирность молока увеличилась на 1,8 абс% по сравнению с аналогичными показателями животных контрольной группы
3. *Предложения о дальнейшем внедрении работы и другие замечания:* Для полноценного использования генетического потенциала КРС целесообразно проводить регулярную механическую обработку кожного покрова предложенным устройством

Представители ФГБОУ ВПО ОГАУ:  д.т.н., профессор Л.П. Карташов

 к.т.н., доцент Ю.А. Хлопко