

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова»**

На правах рукописи



ЧЕРНОВА ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ КЛЕТОК
СОДЕРЖАНИЯ ПЛЕМЕННЫХ ТЕЛЯТ ОБОСНОВАНИЕМ
ПАРАМЕТРОВ СКРЕБКА И ЛЕНТОЧНОГО ПОДВИЖНОГО ПОЛА**

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

**Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

**Научный руководитель
кандидат технических наук,
доцент А.С. Старцев**

Саратов 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	13
1.1 Способы содержания телят.....	13
1.2 Сравнительный анализ конструкций клеток, боксов и загон для содержания телят.....	24
1.3 Классификация клеток для содержания телят.....	40
1.4 Исследование взаимодействия очищающих устройств с экскрементами телят.....	42
1.5 Выводы.....	47
1.6 Задачи исследований.....	47
2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ ЭКСКРЕМЕНТОВ ИЗ КЛЕТКИ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ПЛЕМЕННЫХ ТЕЛЯТ.....	49
2.1 Обоснование эффективного варианта конструкции клетки для содержания племенных телят.....	49
2.2 Технологическое обоснование конструкции клетки для содержания племенных телят.....	56
2.3 Обоснование конструктивных параметров клетки для содержания телят.....	58
2.4 Обоснование выбора подвижного пола клетки.....	59
2.5 Обоснование и разработка скребка очищающего ленты подвижного пола.....	61
2.6 Теоретические исследования очистки.....	64
2.7 Влияние величины провисания ленты на остаток эксcrementов.....	69
2.8 Влияние угла при вершине скребка на остаток эксcrementов.....	71

2.9 Влияние угла наклона рабочей кромки скребка на остаток экскрементов.....	72
2.10 Выводы.....	75
3. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ.....	76
3.1 Программа экспериментальных исследований.....	76
3.2 Выбор критерия и факторов оптимизации, определение повторности опытов и порядка их проведения.....	80
3.3 Определение значимости выбранных факторов.....	85
3.4 Обоснование уровней варьирования провисания ленты подвижного пола клетки.....	85
3.5 Обоснование назначения уровней варьирования угла при вершине скребка β и угла наклона рабочей кромки скребка к подвижному полу γ ...	86
3.6 Экспериментальная установка.....	87
3.7 Методика обработки и корреляционный анализ опытных данных, выбор полинома, описывающего процесс очистки.....	97
3.8. Выводы.....	100
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	101
4.1 Результаты исследования физико-механических свойств экскрементов телят.....	100
4.2 Влияние конструктивных параметров подвижного пола и скребка очищающего на количество остатка экскрементов на ленте подвижного пола.....	105
4.3 Определение оптимальных значений факторов оптимизации.....	115
4.4 Сравнение и теоретических зависимостей.....	122
4.5 Выводы.....	126
5. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ КЛЕТКИ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЕЛЯТ.....	127

5.1 Программа проведения производственных испытаний.....	127
5.2 Техничко-экономическая оценка использования клетки для содержания телят с подвижным полом и скребком очищающим.....	132
5.3 Выводы.....	139
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	140
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	142
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	158

ВВЕДЕНИЕ

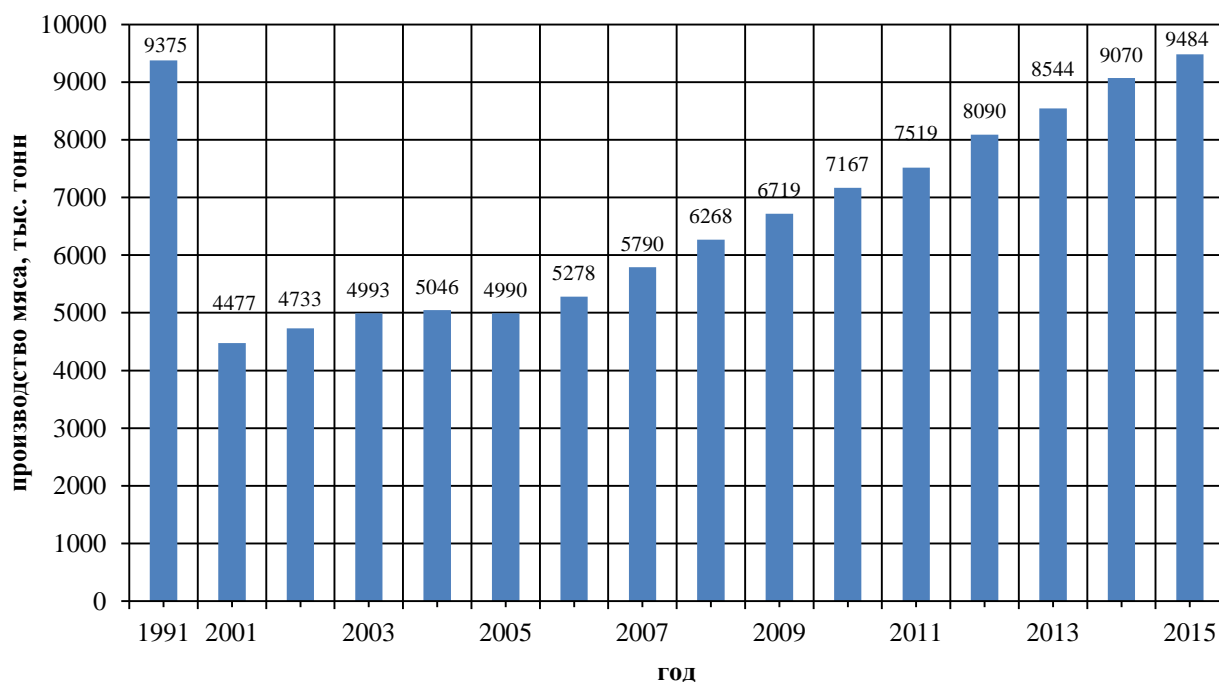
Мясо и молоко – наиболее важные и жизненно необходимые для организма человека продукты. Роль мяса в питании обусловлена содержанием в нем животных белков, незаменимых аминокислот и липидов, способствующих полноценному развитию детей и нормальной жизнедеятельности взрослых. Кроме того, мясо является одним из основных источников минеральных веществ и витаминов и хорошо усваивается желудком человека – его переваримость составляет 95 %. При этом энергетическая ценность 1 кг говядины составляет 1200–1300 ккал [93].

Ежегодно в мире потребляется около 260 000 тыс. т мяса. В развитых странах уровень потребления мяса составляет 70–90 кг. Первое место по потреблению мяса занимает США – 120 кг. В России потребление мяса составляет в среднем 70 кг [88].

Традиционным продуктом в питании человека является молоко, доля которого должна составлять не менее 1/3 от суточного рациона.

Значительное содержание кальция в молоке, его хорошая сбалансированность с кальцием придают молоку особое значение в питании детей. В современном питании молоко входит в состав многих продуктов. Одни из основных – сливочное масло, сыры, мороженое, молочнокислые продукты. В молоке содержится около 200 веществ, необходимых для полноценного функционирования организма человека [50].

Начиная с 1991 г. в России наблюдается устойчивая тенденция к повышению производства мяса [129]. Так, если в 1991 г. в России объем производства составил 9375 тыс. т, то в 2015 г. – 9484 тыс. т (см. рисунок).



Динамика производства мяса в Российской Федерации
в 2001–2015 гг.

В связи со сложившейся ситуацией в настоящее время мясо и мясопродукты составляют большую часть продуктов, импортируемых в Россию [129]. В связи с введенными против страны санкциями импорт мясо-молочной продукции в 2014 г. был снижен на 10 %. В связи с этим Правительство РФ поставило задачу по увеличению поголовья КРС на 2,3 млн гол. по сравнению с 2015 г. [69].

В Саратовской области поголовье КРС за 2014 г. сократилось на 4,1 %, в то же время привесы КРС в крупных хозяйствах выросли на 27 % по сравнению с 2013 г. Регион вошел в группу субъектов РФ, где реализация племенного молодняка выросла на 10,1–20,0 %. По данным на 1 января 2015 г., доля племенных коров в молочном поголовье КРС увеличилась на 5,1–8,0 %. В то же время в 2014 г. при общем снижении поголовья КРС надои на 1 гол. выросли более чем на 10 % по сравнению с 2013 г. [10, 29].

Специфика отрасли обусловлена влиянием условий содержания КРС, выращивания молодняка и профилактикой заболеваний, которые зачастую возникают по причинам несовершенства средств механизации технологических

процессов кормления, доения и очистки стойл. Ситуация осложняется отсутствием специальных средств механизации при выращивании и уходе за молодняком, что особенно важно для формирования стада. Содержание и выращивание молодняка значительно отличаются от аналогичных процессов для взрослых коров. Телята содержатся отдельно от матерей, в специализированных стойлах или клетках. Поэтому в большинстве случаев по причине невозможности применения средств механизации по очистке стойл, используемых для взрослых животных, для ухода за молодняком используется ручной труд [15].

При выращивании молодого поголовья необходимо учитывать еще не окрепший организм теленка, слабый иммунитет, уязвимость к различного рода инфекциям. По мнению специалистов, серьезным стрессом для теленка является его отъем от матери с помещением в изолированный загон или клетку [90]. Вследствие этого новорожденное животное ведет себя неадекватно: лижет ведро, стенки клетки, собственные экскременты. Как правило, размер загона или клетки, где находится теленок, мал, и возможность перемещения животного ограничена. Если теленка выращивают с целью забоя на говядину, то значительную часть своей жизни (11 месяцев) он проводит в стойле. В случае выращивания теленка на телятину он живет 14 недель, в течение которых животным скармливают богатую белком пищу с целью получения так называемой «бледной телятины». Это приводит к дефициту железа в организме теленка, и он начинает лизать железные предметы, собственные экскременты. Для ускорения набора массы воду телятам заменяют на жидкую кашу, которую он вынужден есть для утоления жажды. Таким образом, телятам скармливают больше пищи, чем им положено. В результате потребления каши инстинкт «жвачки» у теленка остается нереализованным, что также заставляет его лизать стенки клетки или загона, свою шерсть, экскременты [30, 84, 90].

Серьезным недостатком, оказывающим негативное влияние на рост и развитие теленка, является нехватка моциона при его содержании.

Биологически теленку не свойственно нахождение в одном и том же месте с ограничением движения.

Научный сотрудник голландского научно-исследовательского института животноводства пишет: «...мясные телята страдают от невозможности себя чем-либо занять... Кормежка отнимает у них только 20 минут в день! Кроме этого животному совершенно нечего делать... Можно наблюдать как теленок точит зубы, мотает хвостом, движет языком и проявляет другие признаки стереотипного поведения... Такое странное поведение является реакцией на отсутствие занятия» [90].

Из вышеизложенного следует, что немаловажное значение для здоровья и развития теленка оказывают своевременное кормление и уборка клетки или загона [113]. В силу переменчивости климатических условий или отсутствия технических средств зачастую невозможно обеспечить теленку моцион, способствующий росту, снижению стресса и укреплению иммунитета.

Кроме того, использование ручного труда при очистке стойл, загон и клеток для содержания телят не способствуют повышению производительности технологических процессов, повышают себестоимость конечной продукции – мяса и молока [65].

Обязательными требованиями при содержании телят являются систематическая замена подстилки и обработка пола помещения дезинфицирующим раствором. При этом качественная обработка с минимальным расходом жидкости возможна при условии тщательной очистки пола. Добиться полного отсутствия подстилки или экскрементов на полу загона применением технических средства очистки (скребков) невозможно. Поэтому дезинфицирующим раствором смывают остатки прямого воздействия этих средств на пол загона или клетки. Таким образом, количество израсходованной жидкости будет пропорционально количеству очищаемого остатка.

Совершенствование средств механизации технологических процессов очистки стойл, боксов и клеток для содержания телят позволит снизить затраты

труда и технологических жидкостей и в то же время улучшить физическое состояние животных [23].

В диссертационной работе данная задача решалась путем научного анализа и обоснования выбора технического решения, а также посредством теоретических исследований и экспериментальных опытов.

Работа выполнялась с 2011 г. в Саратовском государственном аграрном университете им. Н.И. Вавилова на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК».

Степень разработанности темы. Составлена классификация клеток для содержания животных. Разработана конструкция клетки для содержания телят с возможностью проведения моциона, оснащенная ленточным подвижным полом и скребком очищающим. Разработана конструктивно-технологическая схема очистки ленты подвижного пола от экскрементов телят, теоретически обоснованы закономерности, характеризующие влияние параметров подвижного пола и скребка очищающего на количество остатка экскрементов телят на ленте подвижного пола, проведена экспериментальная проверка работы скребка очищающего.

Цель работы – снижение трудозатрат технологического процесса очистки клеток содержания телят путем обоснования конструктивно-технологических параметров скребка и ленточного подвижного пола.

Задачи исследования:

- провести анализ существующих конструкций клеток для содержания телят и обозначить перспективные направления, повышающие качество очистки;
- обосновать конструктивные параметры скребка очищающего и теоретически исследовать процесс очистки ленты подвижного пола от экскрементов телят;
- провести исследования физико-механических свойств экскрементов телят возрастом до года, выполнить экспериментальные исследования процесса очистки ленты подвижного пола скребком очищающим;

- провести производственные испытания и дать экономическую оценку эффективности использования скребка очищающего при его работе.

Научная новизна диссертации заключается в усовершенствовании технологического процесса очистки ленты подвижного пола клетки для содержания племенных телят применением скребка очищающего теоретическим обоснованием зависимостей содержания остатка экскрементов на ленте подвижного пола клетки от конструктивных параметров скребка.

Теоретическая и практическая значимость работы. На основе исследований разработан технологический процесс очистки ленты подвижного пола клетки для содержания телят скребком очищающим.

Предложены математические выражения для определения:

- силы прижатия ленты к рабочей поверхности скребка;
- зазора между рабочей кромкой скребка очищающего и поверхностью ленты подвижного пола клетки для содержания телят;
- остатка экскрементов телят на ленте подвижного пола после скребка очищающего.

Результаты исследований могут быть использованы при проектировании и совершенствовании средств очистки клеток и боксов для содержания телят. Применение предлагаемого скребка позволит обеспечить удаление экскрементов на 97,8 % от всей массы экскрементов, выделяемых теленком на ленту подвижного пола, и снизить затраты труда при очистке клетки на 92,3 %.

Проведены экспериментальные исследования клетки для содержания телят с очищающим устройством. Опытный образец клетки с очищающим устройством внедрен в ЗАО «Агрофирма «Волга» Марковского района Саратовской области и получен акт производственных испытаний.

Методология и методы исследования. В методологии исследований использован системный подход, позволяющий раскрыть целостность объекта исследований и взаимообусловленность связей между провисанием ленты подвижного пола, углом при вершине скребка очищающего, углом наклона

рабочей кромки скребка к плоскости поверхности ленты. Теоретические исследования проведены методом математического анализа с использованием известных законов и методов механики. Экспериментальные исследования выполнены методом полного факторного эксперимента с применением теории вероятностей и математической статистики. Обработку результатов экспериментальных исследований выполняли в программе Microsoft Excel «Статистический анализ данных» с использованием ПК.

Научные положения, выносимые на защиту:

- конструктивно-технологическая схема очистки ленты подвижного пола клетки для содержания телят скребком очищающим;
- математические выражения для определения силы прижатия ленты к рабочей кромке скребка, определения зазора между рабочей кромкой скребка очищающего и поверхностью ленты, определения остатка экскрементов телят на ленте подвижного пола;
- аналитические зависимости количества остатка экскрементов телят на ленте подвижного пола после скребка очищающего от конструктивных параметров скребка и ленточного подвижного пола.

Степень достоверности и апробация работы обеспечена достаточной сходимостью теоретических и экспериментальных данных, проведенных по критерию Фишера – Снедекора, подтверждается методиками выполнения экспериментальных исследований с доверительной вероятностью 0,96, разработанных в соответствии с ГОСТами.

Результаты исследований доложены и одобрены на:

- научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова (Саратов, 2006–2017 гг.);
- Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения А.Г. Рыбалко (Саратов, 2006 г.);
- II конференции, посвященной 120-летию со дня рождения

академика В.Л. Мосолова (Йошкар-Ола, 2008 г.);

- Международных научно-практических конференциях «Вавиловские чтения», (Саратов, 2009–2010 г.);
- XXIII Межгосударственном научно-техническом семинаре «Проблемы экономичности и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания» (Саратов, 2010 г.);
- Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения В.Г. Кобы (Саратов, 2011 г.);
- III Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы энергетики АПК» (Саратов, 2012 г.);
- VIII Всероссийской научно-практической конференции «Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы» (Саратов, 2014 г.);
- Международных научно-технических семинарах имени В.В. Михайлова «Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники» (Саратов, 2011, 2013–2017 гг.);
- на Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения А.Г. Рыбалко (Саратов, 2017 г.).

Основные положения диссертации опубликованы в 19 научных работах, в том числе 4 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Общий объем публикаций – 4,56 печ. л., из которых 3,07 печ. л. принадлежит лично соискателю.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, списка литературы и приложений. Работа изложена на 193 страницах, содержит 77 рисунков, 13 таблиц, 8 приложений. Список литературы включает в себя 142 наименования, в том числе 11 – на иностранном языке.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Способы содержания телят

В связи с наложенными на Россию санкциями и принятием запрета указом президента В. В. Путиным от 6 августа 2014 г. № 560 «О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации» был выделен конкретный перечень товаров, в отношении которых введены ограничения. В список входят мясные и молочные продукты, рыба, овощи, фрукты и орехи [69].

Наращивание объема отечественного производства мяса и молочных продуктов невозможно без высокого уровня механизации и автоматизации технологических процессов содержания молодняка.

Выращивание здорового и высокопродуктивного молодняка КРС невозможно без отдельных специализированных помещений или телятника [26]. Также целесообразно модернизировать технические средства для содержания телят и молодняка [17, 20].

Разным возрастным группам телят соответствуют различные требования к содержанию и кормлению. При выращивании телят выделяют следующие возрастные периоды и способы их содержания:

– новорожденные телята до 10 – 15 дней. Содержат в профилактории в индивидуальных клетках Эверса [25].

– молочный период от 10 до 15 дней до 120 – 180 дней. Содержание производится в групповых клетках [26, 142].

Технологические способы для содержания телят можно подразделить на два вида: на свежем воздухе («холодный метод») и в помещении коровника или телятника (рисунок 1.1) [101, 120].

Каждый метод в сравнении с другим имеет ряд преимуществ или недостатков.

Так, к преимуществам «холодного метода» можно отнести:

- теленок получает необходимый для роста витамин D;
- нахождение теленка на свежем воздухе способствует укреплению иммунитета, здоровому развитию, и соответственно, проросту живой массы;
- происходит стимуляция щитовидной железы теленка, нормализация обмена веществ.

Недостатки:

- при понижении температуры окружающего воздуха увеличивается потребление молока теленком;
- при резком понижении температуры возникает вероятность простудных заболеваний [120].

К преимуществам содержания в помещении следует отнести:

- снижение затрат труда на кормление и очистку полов;
- снижение финансовых затрат на изготовление и амортизацию клеток, домиков и вольеров.

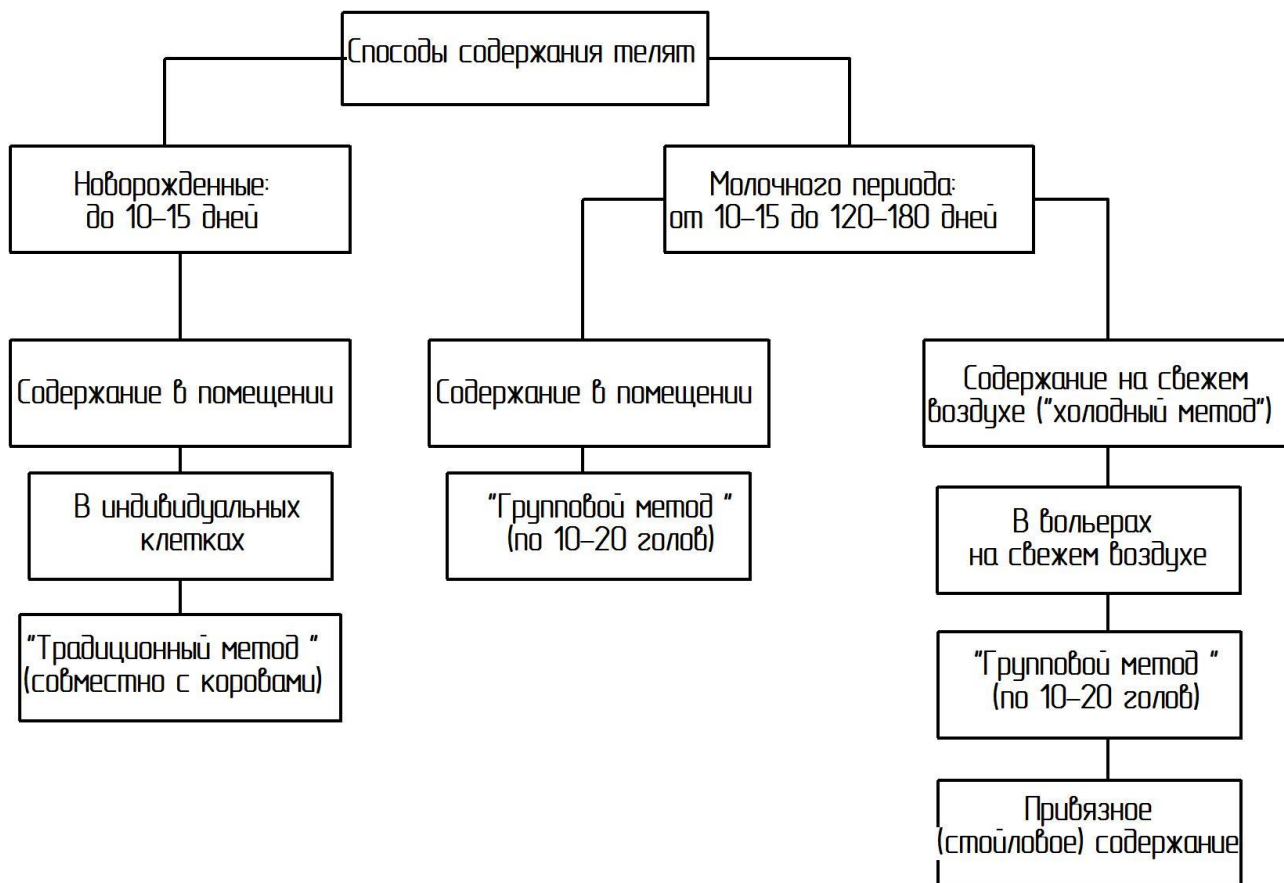


Рисунок 1.1 – Способы содержания телят

Недостатки содержания в помещении:

- проблемы с пищеварением у телят;
- распространение болезни, в случае возникновения инфекции;
- отсутствие витамина D способствует снижению иммунитета теленка и возникновению рахита [46].

В свою очередь, содержание телят в помещении осуществляется по следующим технологическим схемам:

- в индивидуальных клетках;
- совместное содержание с коровами (традиционный метод);
- привязное содержание;
- в профилакториях по 10-20 голов (групповой метод).

Содержание телят в индивидуальных клетках различают как в помещении, так и на свежем воздухе (рисунок 1.2) [101].

Самым распространенным является помещение теленка в отдельную клетку, которая состоит из продольных стальных прутков 1, сопряженных с поперечными прутками 2 посредством болтов 3. Клетка оснащена кормушкой и поилкой 4.



Рисунок 1.2 – Содержание теленка в клетке:

1 – продольные прутки; 2 – поперечные прутки;

3 – болты; 4 – поилка

Клетка не оснащена собственным полом и устанавливается на бетонную площадку или поверхность коровника, не имеет запирающей дверцы. На поверхность площадки или коровника укладывается подстилка. Распространена прямоугольная форма клетки, но встречаются и круглые (рисунок 1.3) [39, 101, 103].



Рисунок 1.3 – Круглая клетка для телят

К недостаткам содержания теленка в клетке можно отнести:

- постоянное нахождение на подстилке и отсутствие моциона;
- для обеспечения моциона теленка, его необходимо выводить и вводить в клетку;
- очистка пола клетки от экскрементов и мочи производится вручную;
- клетка выполнена из стальных прутков, которые теленок будет покусывать;
- материал клетки плохо держит тепло, подвергается коррозии, для его покраски требуются специальные красители [26, 39, 40].

С целью снижения травмирования теленка при содержании в клетке используют деревянные конструкции (рисунок 1.3) [25, 110]. Деревянная клетка представляет собой конструкцию на двух передних деревянных стойках 1 и

двух задних стойках 2, закрепленными между собой поперечинами 3. Пол клетки 4 изготовлен с щелями 5 для отвода экскрементов и мочи. Между поперечинами 3 и полом 4 предусмотрены деревянные прутки 6. Клетка оснащена дверцей 7, перемещающейся вертикально по направляющим 8 в стойках 1 [25].

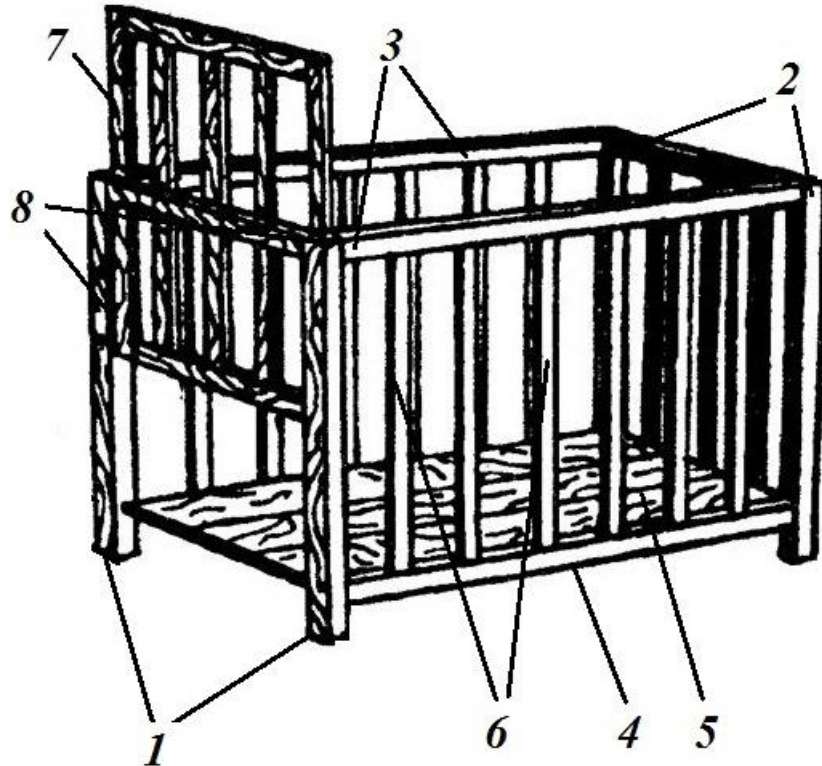


Рисунок 1.4 – Деревянная клетка для содержания телят:
 1 – передние стойки; 2 – задние стойки; 3 – поперечины; 4 – пол;
 5 – щели; 6 – прутки; 7 – дверца, 8 – направляющие

Недостатком данной конструкции является то, что через щели пола проходит только часть экскрементов, другая часть остается на полу и требует дополнительной ручной очистки и дезинфекции пола. Так как клетка не оснащена датчиками контроля опорожнения теленка, то часть экскрементов до начала очистки пола остается на нем, что дает возможность теленку контактировать со своими экскрементами. Также для обеспечения моциона теленку клетку необходимо перемещать из помещения, что затруднительно по

причине отсутствия у нее колес. Кроме того, деревянные конструкции отличаются недолговечностью.

С целью проведения моциона для телят, содержащихся в клетках, и для их транспортировки применяют передвижные домики (рисунок 1.4). Домик для теленка представляет собой деревянно-стальную конструкцию, состоящую из стальной рамы 1, с полом 2, на который по бокам жестко установлены боковые 3 и задние 4 деревянные стенки, соединенные между собой болтовыми соединениями 5. Для помещения и вывода теленка домик оснащен дверцей 6 в виде рамы 7 с продольными прутками 8. Движение рамы осуществляется вертикально по направляющим 9, установленных между боковыми стенками. Рама домика 1 оснащена роликами 10, что обеспечивает транспортировку теленка в домике. Домик имеет поилку 11 и кормушку 12 (рисунок 1.5)[26, 40].

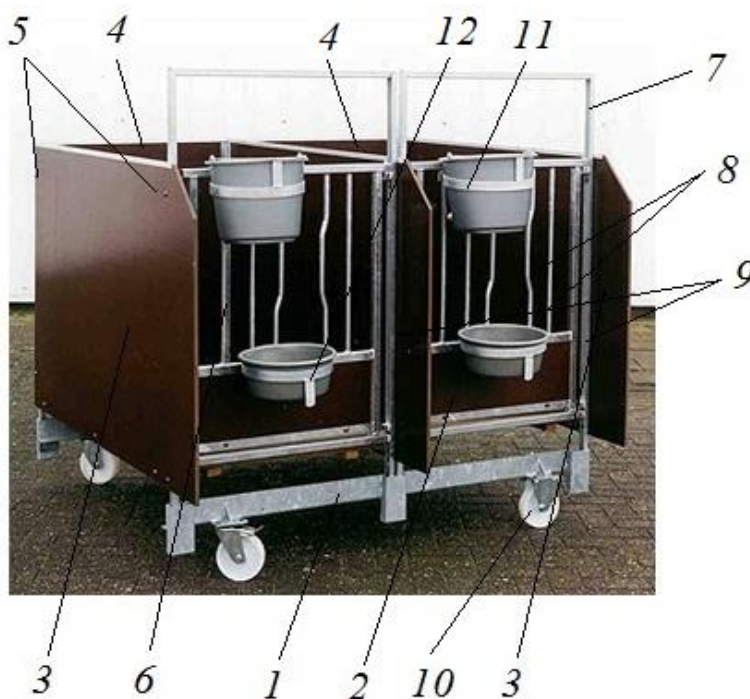


Рисунок 1.5 – Домики для содержания телят:

- 1 – рама; 2 – боковые стенки; 3 – задние стенки;
 4 – болтовые соединения; 5 – дверца; 6 – рама дверцы;
 7 – продольные прутки; 8 – направляющие;
 9 – роли; 10 – поилка; 11 – кормушка

Домики выполняют парными для помещения в них двух телят.

К достоинствам домиков следует отнести:

- деревянная конструкция стенок снижает вероятность травмирования теленка;
- возможность перемещения теленка вместе с домиком упрощает возможность его выгула.

Недостатком подобных конструкций домиков является затрудненная очистка пола домика. Кроме того, для осуществления моциона теленка требуется его перемещение. Дверца домика выполнена из стали, что не исключает вероятности травмирования теленка. Также следует отметить неустойчивость конструкции за счет роликов.

Вольер для содержания телят состоит из домика 1, выполненного, как правило из стеклопластика или полипропилена, и загона 2, представляющего сварную или сборную конструкцию из металлических прутков (рисунок 1.6). По сути, загон является клеткой, оснащенной кормушкой 2 и поилкой 4. В конструкциях домика и загона не предусмотрен искусственный пол [26, 101, 135, 136, 140].

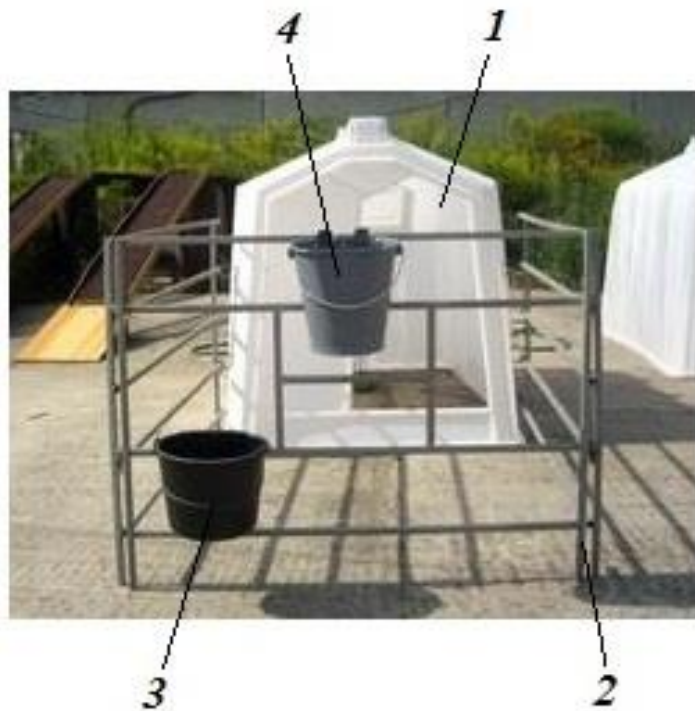


Рисунок 1.6 – Вольер для содержания телят:

1 – домик; 2 – клетка; 3 – кормушка; 4 – поилка

Достоинства содержания телят в вольерах:

- теленок находится на свежем воздухе, не вдыхает аммиак;
- возможность движения теленка в пределах загона [15, 101].

К недостаткам следует отнести:

- сложность и трудоемкость очистки вольера от использованной подстилки (применяется ручной руд);
- загон изготовлен из стальных прутков;
- домик выполнен из легкого материала, что делает его малоустойчивым.

Отличительной особенностью клетки от домика или вольера является то, что клетка представляет собой конструкцию полностью из прутков, сопряженных друг с другом (рисунок 1.2, 1.3, 1.4). В домике или вольере боковые и задние стенки выполнены сплошными, а из прутков состоит только дверца или загон (рисунок 1.5, 1.6).

Также в некоторых животноводческих фермах используется совместное содержание телят с коровами после подсосного периода (рисунок 1.7) [89, 93].

К недостаткам данной технологической схемы можно отнести:

- вероятность травмирования теленка коровами;
- привыкание теленка к матери, что в последующем, при отъеме теленка вызывает стресс у животных, падение надоя;
- невозможность индивидуального питания теленка.



Рисунок 1.7 – Совместное содержание телят с коровами на глубокой подстилке

К преимуществам совместного содержания следует отнести:

- телята получают возможность моциона во время выгуливания коров;
- снижение заболеваемости у телят, продолжительное время питающихся молозивом, повышение иммунитета;
- быстрая адаптация организма теленка к условиям окружающей среды.

Достаточно широкое распространение получило содержание телят в профилакториях, которое можно разделить на три системы[40, 101, 110, 136]:

- внутри утепленных помещений в клетках или вольерах, которые используются по принципу «пусто-занято» [15, 46];
- в легких неотопливаемых помещениях, так называемых «теплицах», представляющих собой каркасное сооружение, обтянутое пленкой;
- на открытых площадках, вне помещения.

В профилакториях телята могут содержаться как в индивидуальных клетках поштучно, так и совместно – по группам (рисунок 1.8).



а



б

Рисунок 1.8 – Содержание телят в профилактории: а – в вольерах индивидуально;
б – групповое содержание

Содержание телят в индивидуальных клетках позволяет избежать контакты с условно-патогенной микрофлорой. Выращивание телят в индивидуальных узкогабаритных клетках экономически выгодно. Однако, выращивание телят в узкогабаритных клетках вызывает снижение прироста и

некоторую задержку развития внутренних органов (легких, селезенки, сердца, печени) [46]. Длительное содержание (до 3-месячного возраста) телят в индивидуальных узкогабаритных клетках является стрессом, оказывающим заметное влияние на поведение, рост, развитие и физиологическое состояние животных [71, 97]. Особенно неблагоприятным является период с 2-до 3-месячного возраста. Так, живая масса в первые два месяца выращивания в опытной (содержание в узкогабаритных клетках) и контрольной (групповое содержание по 14 голов в клетке) группах была практически одинаковой, а к концу третьего месяца различие между группами по этому показателю составило 8 кг, а в 6 мес. - 12,4 кг в пользу контрольных животных [98]. За три месяца животные опытной группы по сравнению с контрольными затратили меньше кормовых единиц и перевариваемого протеина, потребили меньше концентрированных кормов на 7,3-9,1 %. После перевода телят из узкогабаритных клеток на групповое содержание потребление корма значительно возросло (на 5,1-11,3 % к. ед. 4,7-10,8 % перевариваемого протеина). К концу 6-месячного выращивания различия в затратах кормов опытными и контрольными животными значительно сократились (до 1,4-6,9 %) [97, 98].

Таблица – Заболеваемость и травматизм телят при различных способах содержания

Показатели	В групповых клетках		В индивидуальных клетках	
	всего, гол.	% к общему поголовью	всего, гол.	% к общему поголовью
Количество животных	14	-	14	-
Заболевания: желудочно-кишечного тракта	3	21,4	1	7,1
копыт	1	7,1	4	28,5
суставов	-	-	6	42,8

Желудочно-кишечных заболеваний было больше при групповом содержании, а травматических повреждений копыт и суставов, наоборот, при содержании в индивидуальных клетках. Большинство этих повреждений сводилось к механическим травмам (залом зацепной части копытец, ушибы, бурситы). После 60-дневного пребывания телят в узкогабаритных клетках заболеваемость конечностей достигала 16,5 % [31].

Этологические наблюдения показали, что в узкогабаритных клетках для телят создаются менее комфортные условия, ограничивается двигательная активность животных [32]. В результате телята лежали лишь 20 % времени суток, в то время как в групповых – более 30-35 %. Узкие габариты клеток не позволяли животным свободно ложиться и вставать, на попытку лечь или встать они затрачивали больше времени и энергии, чем при групповом содержании.

Отмечались случаи, особенно на третьем месяце содержания, когда животные начинали «играть языком», садились на задние конечности, а передние вытягивали вперед или неестественно поджимали их под живот. В таких позах телята находились до четырех минут. У отдельных животных стрессовое состояние выражалось падением и мычанием. При переводе телят из узкогабаритных клеток в групповые также наблюдались повышенная пугливость, временный отказ от корма, беспокойство особенно при включении в работу механизмов кормораздачи и навозоудаления.

При выращивании телят в молочный период следует учитывать, что их организм и в раннем возрасте очень чувствителен к недостатку жидкости. Вода необходима для нормального течения всех жизненных процессов в организме, участвует в переваривании питательных веществ, в первую очередь жиров и углеводов. Организм теленка на 60-70 % состоит из воды. Если содержание воды в организме телят снижается на 10 %, возникают тяжелые физиологические нарушения, а при снижении на 20 % телята погибают [31]. В растущем организме баланс воды положительный, т.е. ее поступает больше,

чем необходимо затратить, поэтому прием жидкости в виде молока, раствора молочной смеси, обраты или питьевой воды имеет большое значение.

В период выпойки основной источник жидкости – молоко или раствор молочной смеси в дневной дозе составляет до 6÷7 кг. У телят старшего возраста потребление воды постепенно увеличивается до 8÷10 л в сутки, поэтому необходимо обеспечить телятам свободный доступ к поилкам [97].

Температура воды для поения телят не должна быть ниже 15÷16 °С [61]. Телята очень трудно привыкают к обычным клапанным автопоилкам, поэтому лучше использовать поилки с постоянным уровнем воды (поплавковые), их преимущество еще и в том, что вода в них частично согревается воздухом телятника.

Использование индивидуальных клеток на многих фермах США в течение нескольких лет обеспечивало сокращение падежа телят с 15 до 5 % в год [65]. Однако многие исследования и практические наблюдения последних лет у нас в стране свидетельствуют о том, что содержание телят в современных индивидуальных конструкциях клеток противоречит биологическим потребностям растущего организма, ведет к ухудшению развития внутренних органов, снижает устойчивость организма против заболеваний, у телят хуже вырабатываются стадные рефлексy, обуславливающие сообщество животных в группе. Тормозится развитие многих условно-рефлекторных реакций, обеспечивающих нормальный рост и развитие теленка [65].

1.2 Сравнительный анализ конструкций клеток, боксов и загонов для содержания телят

В настоящее время модернизация клеток для содержания телят представлена конструкцией бокса для содержания коров и новорожденных телят [76]. Бокс для содержания коров и новорожденных телят включает в себя боковые стенки 1, пол 2 и клетку для телят 3, состоящую из боковых ограждений 4, выполненную в виде шарнирного многократного

параллелограмма, передней стенки 5 с калиткой 6. Верхние части свободных элементов шарнирного многократного параллелограмма шарнирно связаны с ползунами 7 и 8, а нижние – с вертикальными стержнями 9 и 10. При этом стержень 10 выполнен пустотелым, и в нем расположены вертикальные участки П-образного рычага 11. В нижней части стержня 10 закреплено опорное колесо 12 (рисунок 1.9)

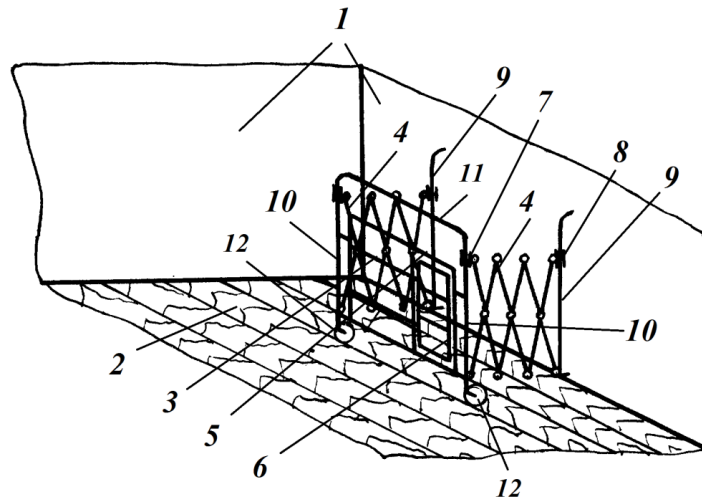


Рисунок 1.9, а – Бокс для содержания телят и новорожденных коров:

1 – боковые стенки; 2 – пол; 3 – клетка для телят; 4 – боковые ограждения;
5 – передняя стенка; 6 – калитка; 7, 8 – ползуны; 9, 10 – вертикальные стержни;
11 – П-образный рычаг; 12 – опорные колеса; 13, 14 – отверстия

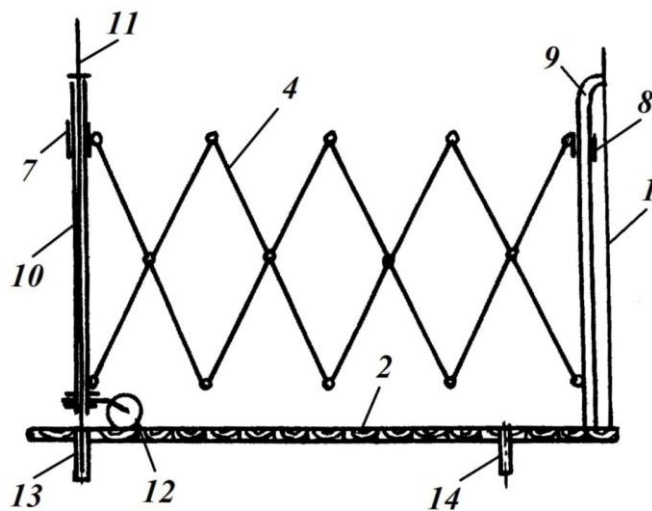


Рисунок 1.9, б – Бокс для содержания коров и телят: 1 – боковые стенки; 2 – пол;
4 – шарнирный многократный параллелограмм; 7, 8 – ползуны; 9, 10 – вертикальные стержни; 11 – П-образный рычаг; 12 – опорные колеса; 13, 14 – отверстия

Пустотелый стержень *10* жестко связан с передней стенкой *5*, а стержень *9* – с боковой стенкой *1* и полом *2*. В последнем выполнены отверстия *13* и *14*. Бокс оснащен кормушкой для коровы, трубопроводом для горячего и холодного водоснабжения и вакуумпроводом. Уборка навоза из бокса механизирована. Стенки *1* бокса выполнены сплошными, а полы *2* имеют хорошие теплозащитные свойства.

После рождения теленка корова его облизывает, дезинфицируя слюной кожу, повышая резистентность организма приплода, кормит молозивом. В дальнейшем для дозированного подсоса теленка помещают в клетку, предварительно переведя ее в рабочее положение. Для этого П-образный рычаг *11* поднимают, перемещая таким образом вертикальные его части внутри стержня *10* и выводя из отверстий *14*. После чего переднюю стенку *5* вместе со стержнями *10* удаляют от противоположной стенки *1*. При этом колеса *12* перекатываются по полу *2*, а ползуны *7* и *8* перемещаются вниз соответственно по стержням *9* и *10*. Боковые ограждения *4* раскладываются, образуя с передней стенкой *4* и противоположной ей стенкой *1* внутри бокса изолированную клетку. Вертикальные части стержня *10* устанавливают в отверстия *13*. Через калитку *6* теленка помещают в клетку. Животных содержат на чистой подстилке.

Для кормления теленка периодически выпускают из клетки и осуществляют подсос.

К недостаткам бокса можно отнести трудоемкость процесса механической очистки пола клетки. Кроме того, шарнирный многократный параллелограмм боковой стенки *4* выполнен металлическим, что может приводить к травмированию теленка.

Клетка для содержания телят (рисунок 1.10) состоит из каркаса, выполненного из рам *1*, верхних поперечин *2* и нижних поперечин *3*. К рамам *1* прикреплены ограждения *4* и навешены задняя *5* и передняя *6* дверки. На рамах *1* у передней дверки *6* снаружи каркаса смонтированы разделительные щиты *7*. В нижней части каркаса установлен деревянный настил *8*, состоящий из

сплошной и решетчатой частей. К верхним поперечинам 2 прикреплены верхние фиксаторы 9, выполненные в виде пластин с L-образными пазами, соединенные общим пазом. К нижним поперечинам 3 каркаса прикреплены нижние фиксаторы 10, выполненные в виде Ш-образных пластин. В фиксаторах 9 и 10 установлены штанги 11, к которым жестко прикреплены штифты 12 и ограничительные щиты 13, выполненные из материала низкой теплопроводности.

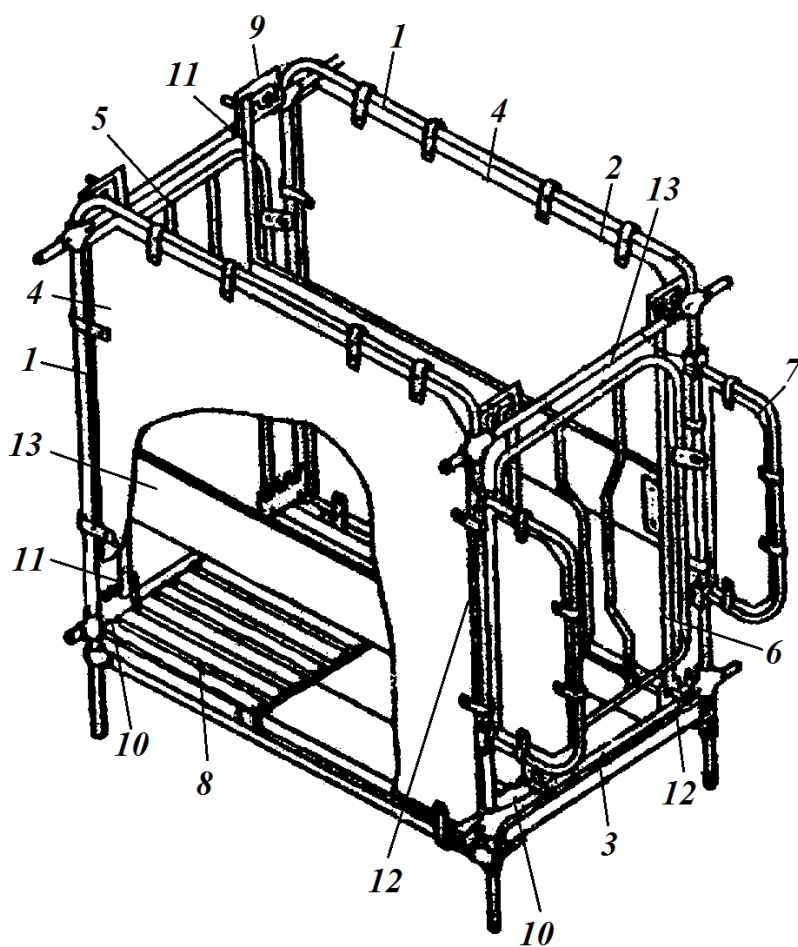


Рисунок 1.10 – Клетка для содержания телят: 1 – рамы; 2 – верхние поперечины; 3 – нижние поперечины; 4 – ограждения; 5 – задняя дверца; 6 – передняя дверца; 7 – разделительные щиты; 8 – деревянный настил; 9, 10 – фиксаторы; 11 – штанги; 12 – штифты; 13 – ограничительные щиты

Клетка работает следующим образом. Через заднюю дверцу 5 впускают теленка и устанавливают штанги 11 ограничительных щитов 13 в фиксаторы 9 таким образом, чтобы теленок не мог развернуться, но имел возможность свободно стоять и ложиться в клетке.

Затем, по мере подрастания теленка в постпрофилактический период, штанги 11 переустанавливаются в соответствующие пазы фиксаторов следующим образом: выводят штанги 11 из предыдущих L-образных пазов верхних фиксаторов 9 и опускают в последующие L-образные пазы, соответствующие размерам животного, при этом штифты 12 штанг 11 скользят по L-образным пазам, автоматически осуществляя байонетное соединение штифтов 12 с фиксаторами 9. Одновременно штифты 12 нижних концов штанг 11 свободно переустанавливаются в Ш-образных фиксаторах 10, установленных на нижних поперечинах 3 каркаса.

Для предотвращения контактирования между телятами, находящимися в соседних клетках, на рамах 1 у передней дверцы 6 устанавливают разделительные щиты 7.

К преимуществам конструкции следует отнести исключение разворота теленка в клетке, перемещение его по ширине клетки и контактирование с телятами в соседних клетках, что улучшает условия их содержания и позволяет снизить заболеваемость телят.

К недостаткам конструкции следует отнести использование ручного труда при очистке клетки от экскрементов телят, невозможность своевременного определения и уборки экскрементов на полу клетки. Для обеспечения моциона теленку необходима транспортировка клетки за пределы помещения или вывод теленка.

Клетка для содержания телят включает в себя каркас, выполненный из продольных рам 1 [75], к которым прикреплены ограждения 2 и навешены передняя 5 и задняя 4 дверцы. На рамах 1 у передней дверцы 5 снаружи каркаса смонтированы разделительные щиты 3. В нижней части установлен деревянный решетчатый настил 6, который закреплен посредством фиксаторов 7, вводимых

в гнезда 8 фиксирующего узла 9, выполненного из уголков, которые прикреплены к раме вертикальными полкам. В горизонтальных полках расположены гнезда для фиксатора решетчатого настила. На раме 1 верхней части клетки установлены фиксирующие штыри 11, соединенные направляющей поперечиной 12, что в сочетании с зафиксированным решетчатым настилом 6 обеспечивает жесткость всей конструкции. Фиксирующий узел 9 позволяет составлять клетки в батарею (рисунок 1.11).

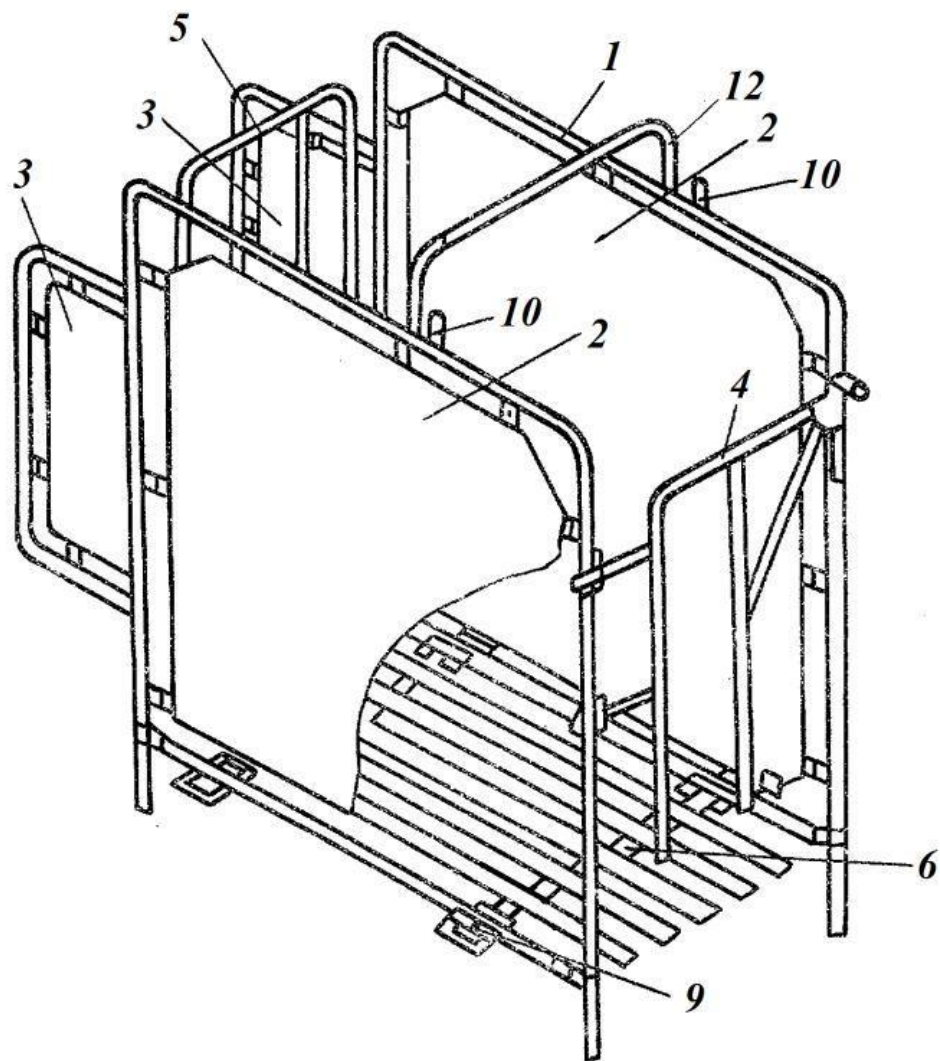


Рисунок 1.11 – Клетка для содержания телят: 1 – продольные рамы; 2 – ограждения; 3 – разделительные щиты; 4 – задняя дверца; 5 – передняя дверца; 6 – решетчатый настил; 10 – фиксирующие штыри; 11 – направляющая поперечина; 12 – фиксирующие штыри

Клетка используется следующим образом. На отведенной площади устанавливают продольные рамы, соединяют их решетчатым настилом 6, с помощью фиксаторов 7, которые вводятся в гнезда 8 фиксирующего узла 9 (рисунок 1.12).

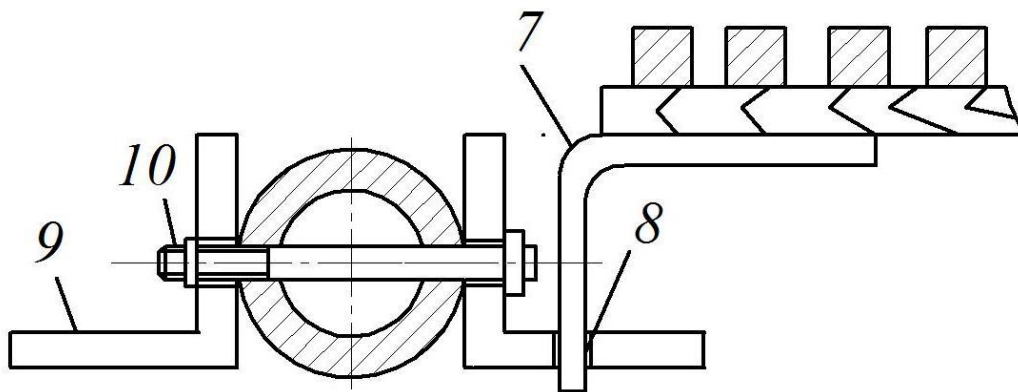


Рисунок 1.12 – Соединение продольной рамы с решетчатым настилом:

7 – фиксаторы; 8 – гнезда; 9 – фиксирующий узел; 10 – фиксирующие штыри

Затем сверху на фиксирующие штыри 11 устанавливают направляющую поперечину 12, которая обеспечивает жесткость конструкции (рисунок 1.13).

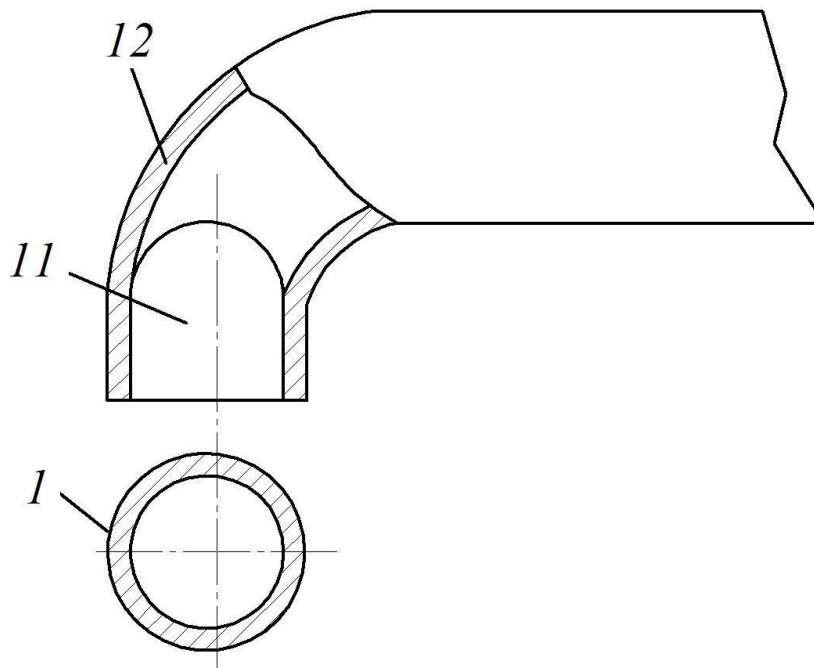


Рисунок 1.13 – Соединение продольной рамы с решетчатым

настилом: 1 – продольная рама; 11 – фиксирующие штыри;

12 – направляющая поперечина

К преимуществам клетки следует отнести уменьшенную металлоемкость, низкие затраты труда на монтаж и демонтаж, удобство эксплуатации.

К недостаткам клетки можно отнести отсутствие моциона для теленка. Использование ручного труда для очистки решетчатого пола клетки от экскрементов и мочи, значительный расход дезинфицирующей жидкости. Также, решетчатый пол способствует застреванию копыт теленка в пространстве между досками, что чревато повреждениями и травмами. Клетка не оснащена системой автоматического контроля за испражнением теленка, поэтому своевременная очистка пола клетки затруднена.

Известно также устройство для содержания новорожденных телят [74], которое содержит станок 1 с распылителем 2 штамма микроорганизмов в воздухе и приспособление 3 для введения микроорганизмов в воду (рисунок 1.14).

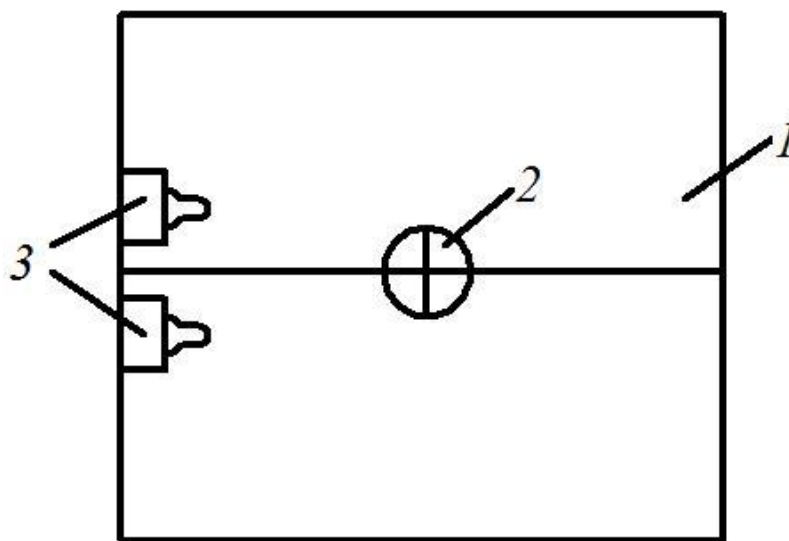


Рисунок 1.14 – Устройство для содержания телят: 1 – станок; 2 – распылитель штамма микроорганизмов;
3 – приспособление для введения микроорганизмов в воду

Распылитель 2 устанавливается один на два станка, а приспособление 3 – в каждом станке. Пол устройства может быть выполнен сплошным или решетчатым для отвода экскрементов теленка и мочи.

Работает устройство следующим образом. Теленок помещается в устройство. После чего включаются распылитель штамма микроорганизмов 2 и приспособление для введения микроорганизмов в воду 3. Воздух и вода насыщаются безвредными микроорганизмами, которые подавляют развитие патогенных штаммов.

Преимущество устройство заключается в улучшении условий содержания теленка за счет подавления развития патогенных штаммов. Кроме того, разделительная стенка между станками исключает возможность контакта теленка с соседними телятами.

К недостаткам устройства можно отнести отсутствие автоматического контроля за опорожнением теленка, что ухудшает условия его содержания. Очистка пола устройства от экскрементов и мочи теленка производится вручную, для чего требуется изъятие теленка. При решетчатом поле возникает вероятность проваливания копытца теленка в щели или отверстия, что может привести к травматизму. Кроме того, теленок лишен моциона.

Бокс для индивидуального содержания новорожденных телят состоит из передней стенки 1 с дверцей 2 для помещения в бокс теленка, задней 3 и боковых стенок 4 (рисунок 1.15) [76]. Боковые стенки 4 присоединяются к задней 3 и передней 1 стенкам посредством болта 5, вкрученного в гайку 6 (рисунок 1.16), которая установлена посредством сварочного соединения в боковую стенку 4. Дно бокса 7 выполнено с ячейками 8 для стекания экскрементов теленка и технологической жидкости (рисунок 1.17). Дно бокса 7 устанавливается по периметру на весовые электрические датчики 9, которые фиксируются на передней 1 и задней 3 стенках бокса. Под дном бокса 7 устанавливается поддон 10 под уклоном к передней стенке бокса 1 для сбора экскрементов и технологической жидкости. Весовые электрические датчики 9 передают сигнал в зависимости от массы теленка на пульт управления 11, установленный на передней стенке бокса. Пульт управления состоит из блока управления 12 и цифрового табло индикации 13, отображающего числовое значение массы теленка (рисунок 1.18).

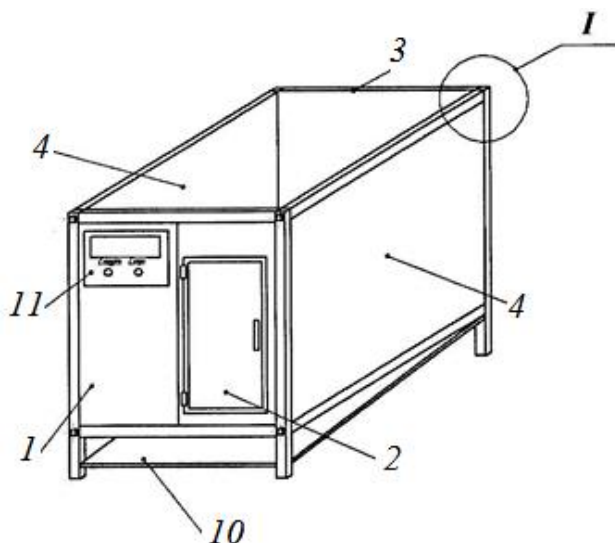


Рисунок 1.15 – Бокс для содержания новорожденных телят: 1 – передняя стенка; 2 – дверца; 3 – задняя стенка; 4 – боковая стенка; 10 – поддон; 11 – пульт управления

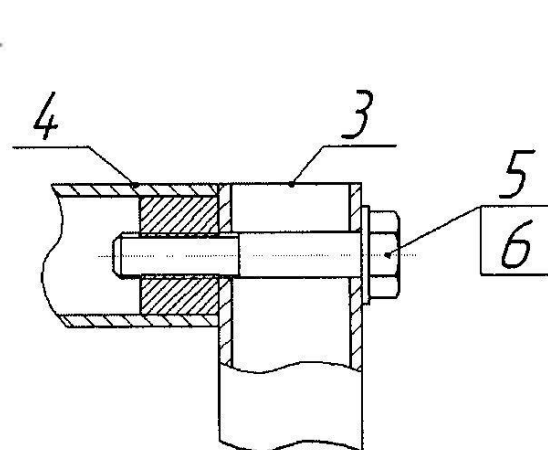


Рисунок 1.16 – Узел крепления боковой к передней и задней стенкам: 4 – боковая стенка; 5 – болт; 6 – задняя стенка

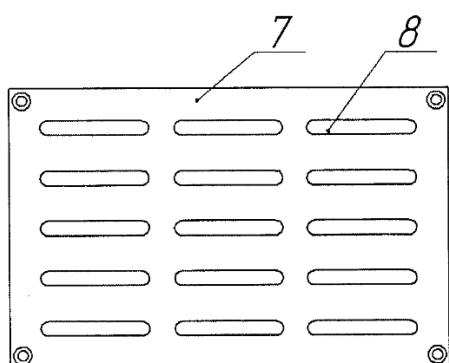


Рисунок 1.17 – Пол бокса:
7 – дно бокса; 8 – ячейки

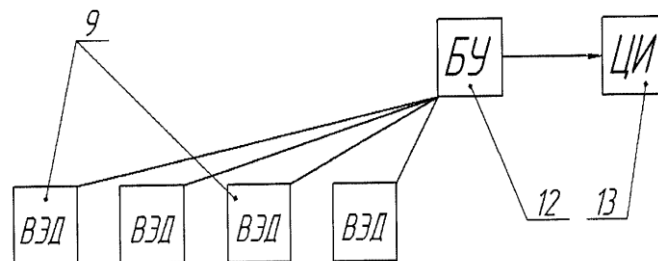


Рисунок 1.18 – Схема электронного контроля увеличения массы теленка:
9 – электрические датчики; 12 – блок управления; 13 – цифровое табло

Эксплуатация бокса для содержания новорожденных телят осуществляется следующим образом. В бокс через дверцу 2, установленную на передней стенке 1, помещают после рождения новорожденного теленка.

Теленок своей массой оказывает давление на дно бокса, которое передает силу тяжести от массы теленка на весовые электрические датчики 9, которые фиксируют массу теленка в виде изменения электрического сопротивления и передает сигнал к блоку управления 12 и далее на цифровое табло индикации 13. При этом оператор, обслуживающий новорожденных телят, фиксирует в журнале учета изменение массы теленка, помещенного в бокс, считывая в определенное время массу теленка в зависимости от программного обеспечения блока управления.

К преимуществам данной конструкции следует отнести автоматизированный контроль за изменением массы теленка, что позволяет регулировать условия его дальнейшего содержания.

Недостатками являются трудоемкость очистки дна пола клетки от экскрементов и мочи теленка, отсутствие системы контроля за опорожнением теленка, повышенный расход дезинфицирующего раствора. Кроме того, для качественной очистки клетки необходимо изолировать теленка.

Известна конструкция профилактория для содержания телят, содержащего полубоксы 1 (рисунок 1.19) [78]. Полубокс для теленка состоит из перегородок 2, части стены 3, расположенной между перегородками 2, сплошного пола 4 под передними ногами теленка с мягким, резиновым покрытием, и решетчатого пола 5 с самоочищающимся покрытием из полихлорвинила. Привязь теленка с вертлюгом 6 крепится к скобе 7 в стене 3, на которой монтируются также шарнирный ведродержатель 8 и кронштейны 9 и 10 с пазами для установки быстросъемных автоматического держателя 11, сосковой поилки 12 преимущественно типа МПК-2,5, или сенокормушки 13. И держатель 11, и сенокормушка 13 имеют основание для крепления, выполненное из стального листа в форме трапеции, суженной вниз. Держатель 11 и сенокормушка 13 вставляются быстро своими основаниями в пазы кронштейнов 9 и 10 сверху вниз. Под решетчатым полом 5 устроены желобки 1 для направленного гидросмыва экскрементов.

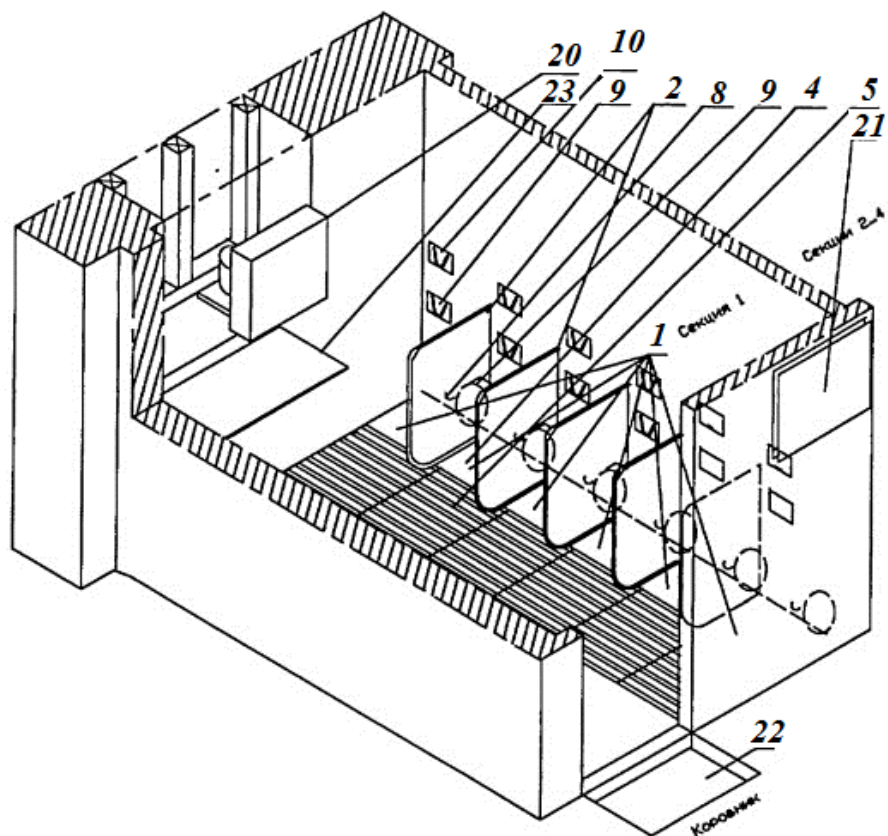


Рисунок 1.19 – Профилакторий для содержания телят: 1 – полубокс; 2 – перегородка; 3 – часть стены; 4 – сплошной пол; 5 – решетчатый пол; 8 – ведродержатель; 9, 10 – кронштейны; 20 – компрессорно-конденсаторный агрегат; 21 – испаритель; 22 – дезинфекционный мат

Вентиляция секции устраивается естественной, теплообменной, осушающей, с притоком наружного воздуха через форточный проем в окне 15 и распределительный воздуховод 16 с решетками 17 и вытяжкой через шахту 18 с верхнерасположенным клапаном 19 (рисунок 1.20). Отопление секции осуществляется тепловым насосом, состоящим из компрессорно-конденсаторного агрегата 20, испарителя 21 и датчика температуры, например, биметаллического типа ДТКБ. На входе в секцию устраивается дезинфекционный мат 22.

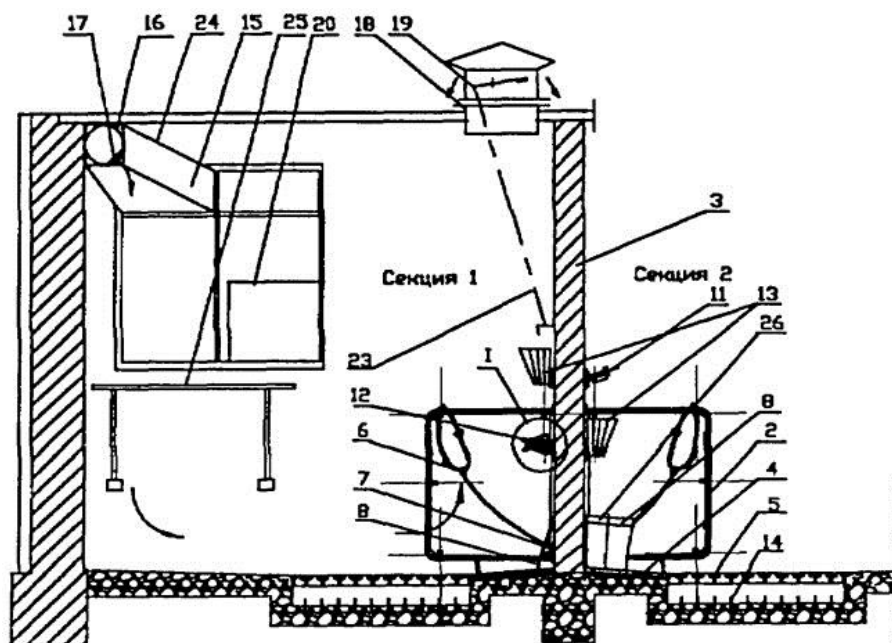


Рисунок 1.20 – Профилактикторий для содержания телят: 2 – перегородка; 4 – сплошной пол; 5 – решетчатый пол; 6 – вертлюг; 7 – скоба; 8 – ведродержатель; 12 – сосковая поилка; 13 – решетчатая кормушка; 15 – окно; 16 – воздуховод; 17 – решетки; 18 – вытяжная шахта; 19 – клапан; 20 – компрессорно-конденсаторный агрегат; 23 – тяга; 24 – приточный короб; 26 – ведро

Профилактикторий эксплуатируется следующим образом. В прошедшей тщательную дезинфекцию и выдержку секции сначала налаживается работа систем вентиляции и отопления.

Тягой 23 регулируется положение клапана 19 в вытяжной шахте 18 и установка датчика температуры с целью минимального времени работы теплового насоса (экономии электроэнергии) при оптимальной температуре и должном воздухообмене.

Воздухообмен в секции происходит из-за разности плотностей воздуха от температуры снаружи и в помещении по известному в физике уравнению Гей – Люссака в зависимости от пропускной способности каналов и от высоты движущего напора (расстояния по высоте между верхними краями приточного и вытяжного отверстий). Эти показатели определены в [55, с. 132-138]. При более высокой наружной температуре открываются створки окна. Зимой холодный воздух охлаждает стенки приточного короба 24 и

распределительного воздуховода *16*, вызывая на их наружной поверхности конденсацию паров влаги, выделяемой животными в воздух. Этим приемом осушается воздух в секции и усиливается конвективный теплообмен. Из решеток *17* выходит несколько подогретый воздух, который при падении сверху вниз смешивается с внутренним воздухом, и животные холодного сквозняка не ощущают. Сбор конденсата, например, в канализацию организуется с помощью желобков и трубок.

В испарителе *21* теплового насоса, который устанавливается в коровнике, хладон кипит, забирая на себя часть тепла, выделяемого коровами. В конденсаторе компрессорно-конденсаторного агрегата *20*, установленного в секции профилактория, например, на подоконнике, сжатый хладон переходит обратно в жидкость, выделяя при этом приобретенное ранее тепло, но на более высоком температурном уровне. Тепловые насосы выделяют теплоты до 6 раз больше, чем расходуют электроэнергии [119].

Телят привязывают на свободную по длине привязь, обеспечивая активность движений, но не давая им лизать друг друга сзади перегородки *2*. Вертлюг *6* не позволяет теленку скрутить привязь и задавиться.

Сосковую поилку *12* заполняют на столе *25* молозивом, молоком, водой или лечебным физраствором, закрепляют в автоматическом держателе *11*, который в сборе с поилкой вставляют в нижний кронштейн *9* (рисунок 1.21). После первого приучения теленок сам забирает в рот соску поилки и наклоняет поилку в шарнире держателя соской вниз. При выпускании теленком соски поилки изо рта поилка в шарнире держателя автоматически поворачивается соской вверх за счет смещенного центра тяжести, и содержимое поилки не выливается. Присутствие персонала все время выпойки не требуется.

С течением времени теленок переводится на выпойку из ведра *26*, которое устанавливают в шарнирный ведродержатель *8*, и приучается к поеданию сена из решетчатой кормушки *13* путем вытаскивания стеблей сена из зазоров между прутками. Кормушка *13* легко вставляется в пазы кронштейна *9* вместо уже не нужной сосковой поилки, а держатель поилки *11*

переставляется в верхний кронштейн 10 на хранение до поступления следующего теленка.

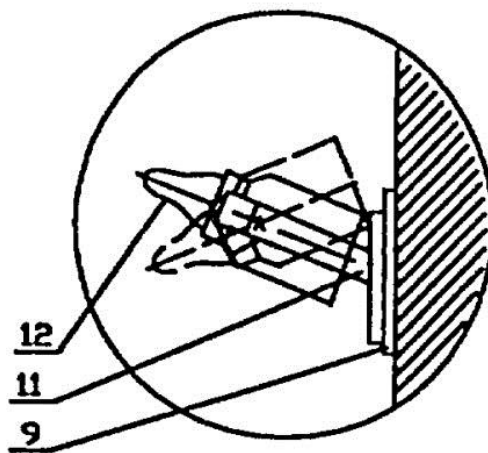


Рисунок 1.21 – Устройство для поения телят: 9 – кронштейн; 11 – поилка; 12 – сосковая поилка

Кольцо ведродержателя 8 при вынимании ведра переводится за счет шарнира (типа оконного) в вертикальное положение, и теленок не может об это кольцо травмироваться.

При необходимости теленку дают минеральную подкормку в ведре в сухом или увлажненном виде.

Экскременты теленок выделяет на решетку 5 с полихлорвиниловым покрытием, обладающую свойством самоочищения, поэтому значительных затрат труда на чистку его задней части тела не требуется. Из-под решетки экскременты удаляются по желобкам 14 водой из шланга поочередно методом направленного гидросмыва, что позволяет экономить расход воды. При отсутствии кормового прохода телят обслуживают сзади, что заставляет персонал сразу обращать внимание на отклонения в состоянии экскрементов и быстро принимать меры к лечению животных. Отсутствие кормового прохода также экономит площадь под профилакторий.

После заполнения секции телятами положение клапана 19 регулируется тягой 23 утром и на ночь с целью обеспечения должного воздухообмена и экономии электроэнергии тепловым насосом.

Недостаток полубоксов для содержания телят заключается в том, что теленок вынужден находиться в одном и том же положении, при котором его передние ноги расположены на сплошном полу 4, а задние на решетчатом 5. В подобном положении невозможен моцион теленка. Кроме того, покрытие из полихлорвинила не способно обеспечить качественное самоочищение решетчатого пола 5 от экскрементов, поэтому необходима ручная доочистка. Использование гидросмыва резиновыми шлангами подразумевает ручной труд и повышенный расход воды. Конструкция полубокса не оснащена устройством для автоматического контроля за загрязнением пола экскрементами, что не обеспечивает своевременную очистку пола.

Анализ существующих конструкций клеток и боксов для содержания телят показал, что для качественного содержания телят в клетках необходимо обеспечить:

- автоматизированный контроль за опорожнением теленка [121, 126, 127];
- механизированную очистку пола клетки от экскрементов и мочи без вывода теленка из клетки [115, 117];
- гидросмыв экскрементов и мочи с дозированной-минимальным расходом дезинфицирующей жидкости без вывода теленка из клетки [2];
- обеспечение моциона теленка в клетке без возможности его травмирования и контакта с соседними телятами [65].

В рассматриваемых конструкциях клеток отсутствует автоматизированный контроль за опорожнением телят. Вследствие этого не обеспечивается своевременная очистка полов клеток от экскрементов и мочи. Во всех случаях содержания телят в клетках очистка полов осуществляется вручную. При этом в некоторых случаях требуется освобождение клетки от теленка. Также вручную осуществляется гидросмыв экскрементов и мочи, что приводит к неконтролируемому расходу дезинфицирующей жидкости. Конструкции клеток, за исключением вольеров, не обеспечивают моциона теленку.

1.3 Классификация клеток для содержания телят

Из сравнительного анализа следует, что конструкции клеток, домиков и вольеров для содержания телят можно классифицировать по нескольким признакам (рисунок 1.22).

1. По способу содержания телят клетки подразделяются:
 - на индивидуальные;
 - на групповые.
2. Индивидуальные клетки по виду перемещения подразделяются:
 - на стационарные;
 - на передвижные;
 - на комбинированные.
3. По виду пола различаются клетки с подвижным и неподвижным полом [142].
4. По типу материала пола:
 - дерево;
 - бетон;
 - пластик;
 - металл.
5. В свою очередь, клетки с подвижным полом можно разделить по положению в пространстве [79, 81]:
 - с наклонным;
 - с горизонтальным;
 - с переменным.
6. По типу пола клетки подразделяются:
 - со сплошным;
 - с решетчатым;
 - с подогревом;
 - без подогрева;
 - на прорезиненной ленте.

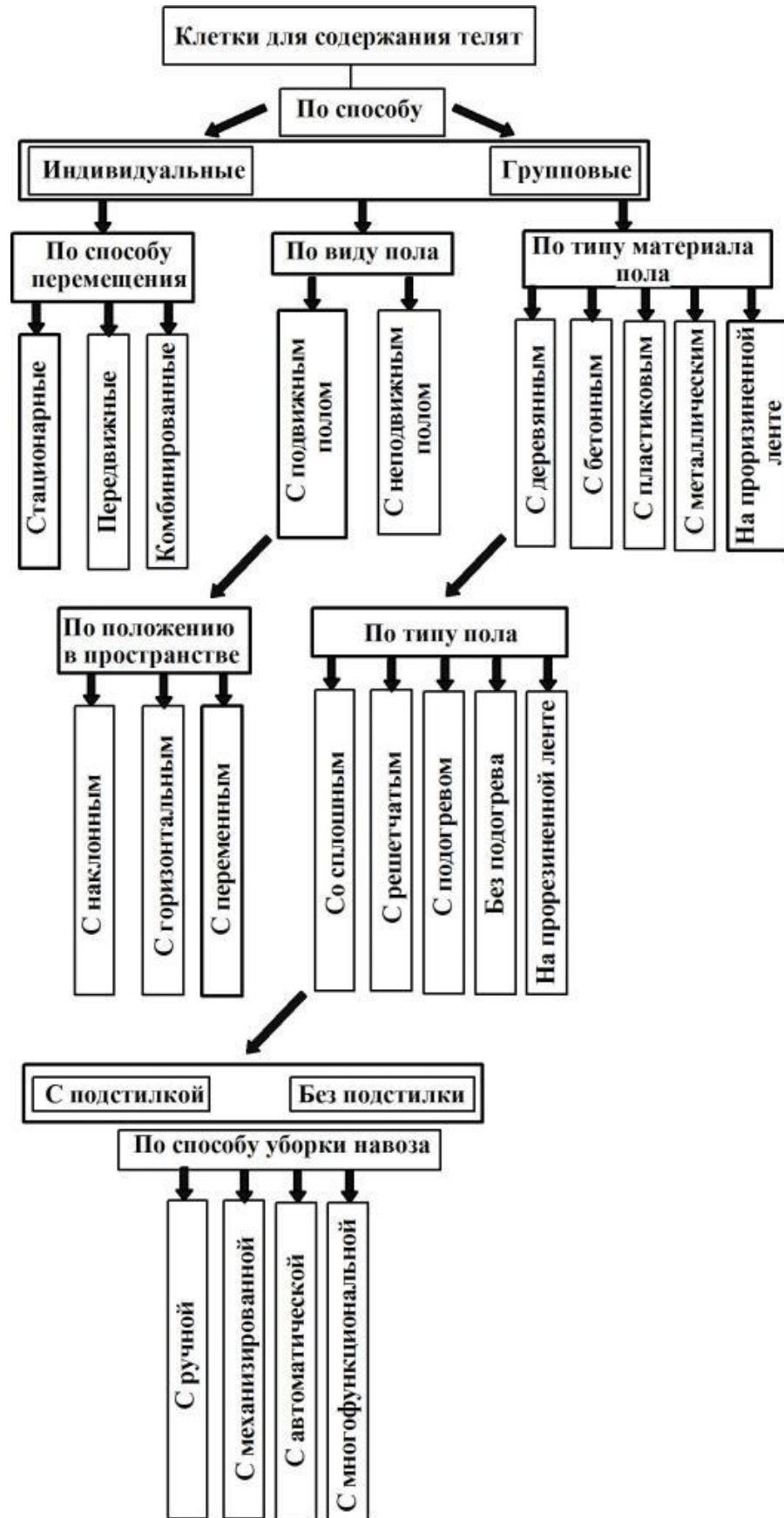


Рисунок 1.22 – Классификация клеток для содержания телят

7. Пол клетки, в свою очередь подразделяется:

- с подстилкой;
- без подстилки.

8. По способу уборки:

- с ручной;
- с автоматизированной;
- с автоматической;
- с многофункциональной.

1.4 Исследования взаимодействия очищающих устройств с экскрементами телят

Исследованиями процесса взаимодействия рабочих органов технических средств для уборки, разгрузки и погрузки навоза занимались следующие ученые: В.Н. Алексеев, Е.Е. Демин, Ю.А. Киров, В.А. Мухин, А.А. Овчинников, В.А., П.И.Павлов, Седунов, В.Я. Спевак, Н.А. Терентьев, В.Д. Хмыров, В.Н. Ширванов и др.

Комбинированный агрегат для уборки навоза, разработанный Н.А. Терентьевым, содержит ферму 1, набор скребков 2, расположенный параллельно оси фермы в два ряда таким образом, чтобы один ряд перекрывал пространство между скребками другого ряда (рисунок 1.23). Скребки 2 оборудованы ползками 3, щеками 4, жесткими поводками 5 и присоединены к ферме гибкими тягами 6. Желоб скребкового транспортера 7 оборудован направляющими 8 [77].

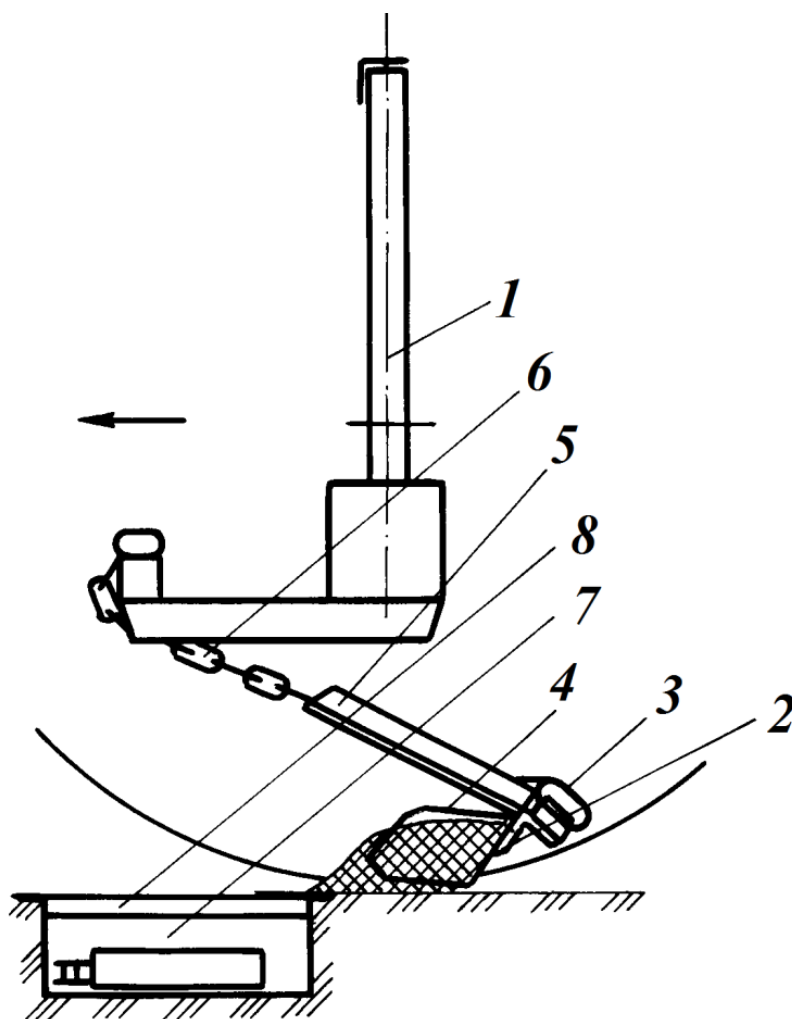


Рисунок 1.23 – Агрегат для уборки навоза: ферма; 2 – скребок; 3 – полозки; 4 – щеки; 5 – жесткие поводки; 6 – гибкая тяга; 7 – желоб скребкового транспортера; 8 – направляющие

Уравнение равновесия скребка при уборки навоза комбинированным агрегатом с преддоильно-последоильных площадок:

$$R_6 h_1 + R_x h_3 - G_c h_4 - R_z h_2 = 0, \quad (1.1)$$

где R_6 – реакция бетонной поверхности на скребок, Н; $h_{1...4}$ – плечи действия сил, м (рисунок 1.22); R_x и R_z – горизонтальная и вертикальная составляющие реакции R_{xz} тела волочения навоза на скребок, Н; G_c – сила тяжести скребка, Н.

В результате определения реакций R_x , R_z и плеч $h_{1...4}$ получили уравнение:

$$G_c a \cos(\alpha - \gamma) + 13,25 k f_6 H^2 \sin^2 \gamma \left(\frac{1}{\text{tg}} - \frac{1}{\text{tg}} + 8 \right) \cdot \rho \times \\ \times \left[(a \cos(\alpha - \gamma)) - \frac{H}{2} \cos \gamma / \text{tg}(\gamma + \varphi) - (h - \frac{H}{2} \sin \gamma) \right] = R_0 h_1, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (1.2)$$

где γ – угол наклона скребка, °; k – коэффициент, учитывающий наклон скребка; f_6 – коэффициент трения навоза по бетону; H – высота скребка, м; φ – угол трения навоза по поверхности скребка, °; ρ – плотность навоза, кг/м³; h – высота нижней кромки фермы разделителя, м; $R_0 \cdot h_1$ – момент реакции площадки на скребок относительно точки подвеса, Н·м.

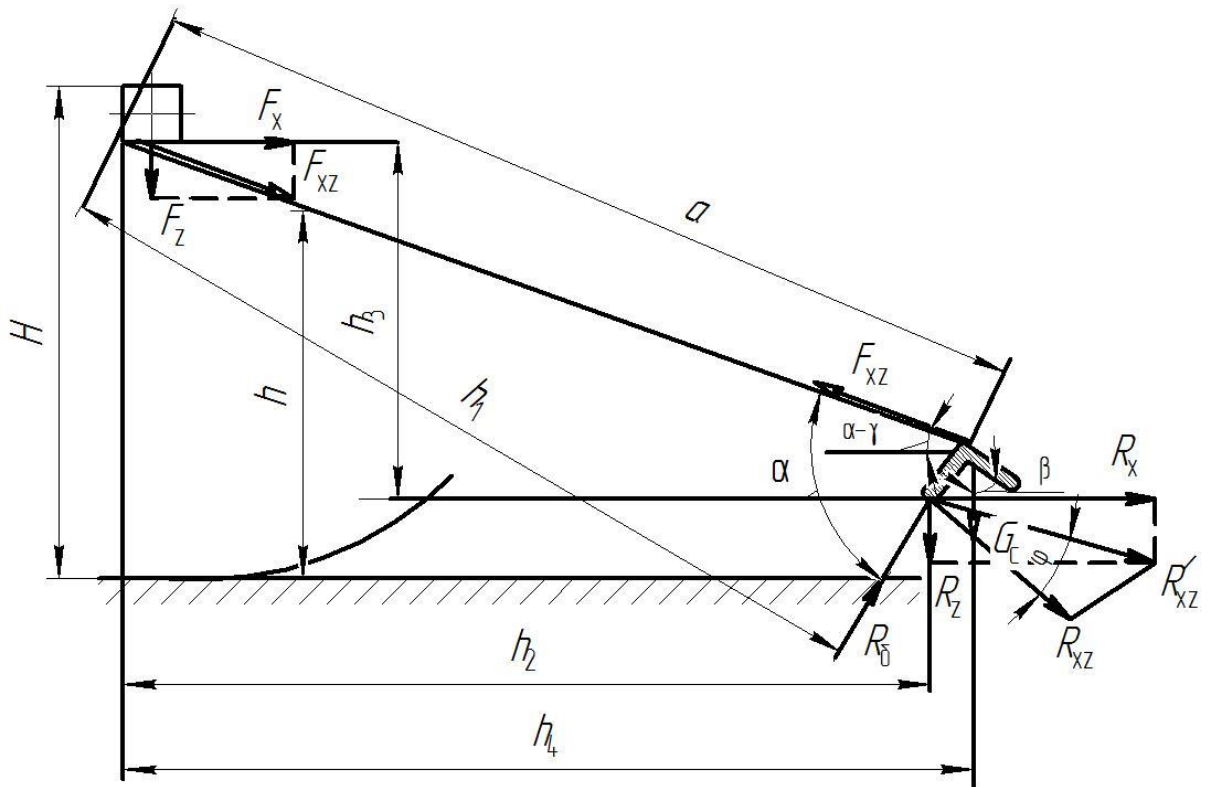


Рисунок 1.24 – Равновесие скребка

Е.Е. Демин рассматривал взаимодействие навоза с элементами передней кромки днища ковша погрузчика (рисунок 1.25) и определил усилие разделения материала при наклонном внедрении ребра передней кромки.

Была определена нормальная составляющая от распределенной нагрузки [24].

$$R_n = ql', \text{ Н}, \quad (1.3)$$

где R_n – нормальная составляющая от распределенной нагрузки днища ковша, Н; q – распределенная нагрузка на днище ковша, Н/м; l' – длина ребра элемента кромки, м.

$$l' = h' / \cos \gamma / 2, \text{ м}, \quad (1.4)$$

где h' – высота треугольной части элемента кромки, м.

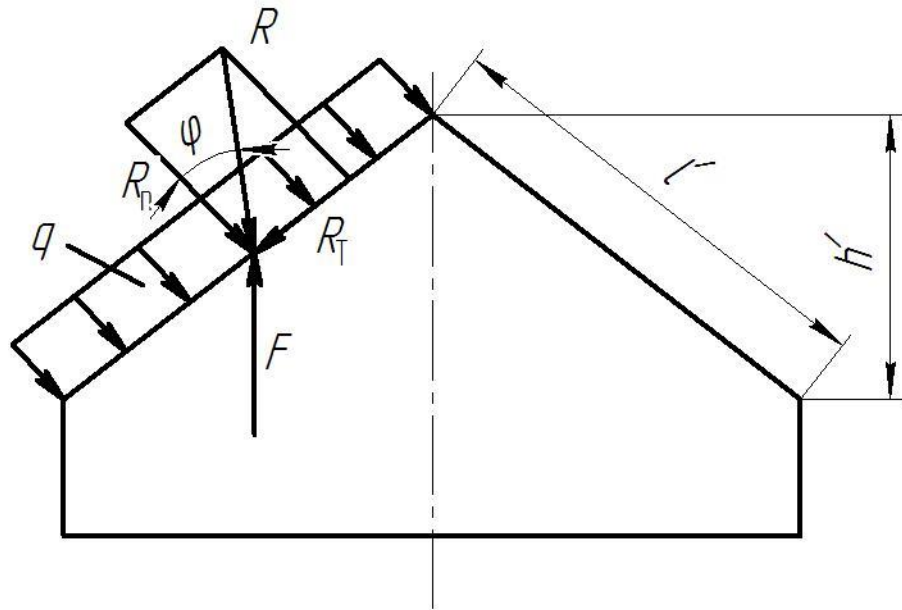


Рисунок 1.25 – Схема силового воздействия материала и элементов передней кромки днища

Путем подстановки в (1.3) значения l' из (1.4) получим:

$$R_n = qh' / \cos \gamma / 2, \text{ Н}. \quad (1.5)$$

От нормальной силы при относительном движении материала и ребра элемента передней кромки днища ковша возникает сила трения R_T .

$$R_T = R_n f = q \cdot h' f / \cos \gamma / 2, \text{ Н}. \quad (1.6)$$

Тогда полное усилие разделения материала при наклонном внедрении ребра передней кромки аналитически можно определить из схемы.

$$F = R_{\text{н}} \sin \gamma/2 + R_{\text{т}} \cos \gamma/2, \text{ Н.} \quad (1.7)$$

После подстановки значения $R_{\text{н}}$ и $R_{\text{т}}$ получим:

$$F = qh'(\text{tg}\gamma/2 + f), \text{ Н.} \quad (1.8)$$

Силу давления скребка на подвижный пола клетки для содержания новорожденных телят вычисляют по выражению, полученному В.Н. Алексеевым (рисунок 1.26) [2].

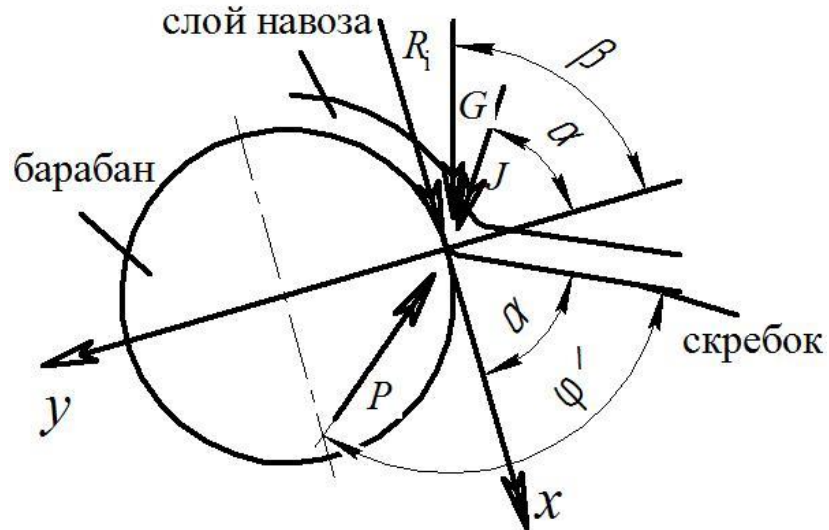


Рисунок 1.26 – Схема сил, действующих на скребок:

R_i – сила давления навоза на скребок;

G – сила, возникающая от навозной массы и скребка;

J – сила инерции навозной массы;

P – сила давления скребка на полотно

$$P = ab\rho_{\text{н}} \left[v^2 \left[\frac{\sin 2\alpha}{\sin(\varphi - \alpha)} + gc \left(1 + \frac{a_c b_c \rho_c}{a \rho_{\text{н}}} \right) \right] \cdot \frac{\sin(\beta - \alpha)}{\sin(\varphi' - \alpha)} \right], \text{ Н,} \quad (1.9)$$

где a, b , – толщина и ширина слоя навоза, м; ρ_c – плотность стали, кг/м³; a_c, b_c, c – толщина, ширина и длина скребка, м; β – угол между силой тяжести и

поверхностью скребка (см. рисунок 1.26); ρ_n – плотность навоза, кг/м³; φ' – угол трения между полотном и скребком, град.

Приведенные математические исследования трудно применить к механизированной очистке пола клетки в силу их особенностей.

1.5 Выводы

1. Из проведенного анализа следует, что в настоящее время в клетках для содержания телят для очистки от экскрементов и мочи применяется ручной труд.

2. Конструкции клеток и вольеров не оснащены датчиками контроля за опорожнением теленка.

3. Наименее травмоопасным полом в клетке является сплошной пол с мягкой подстилкой или заменяющим ее материалом.

4. Для обеспечения моциона телятам требуется транспортировать клетки или домики с последующим выводом животных из них.

5. Процесс взаимодействия механического очищающего устройства с экскрементами и мочой телят до возрастом до года описан недостаточно полно и применим в основном к навозу взрослых особей.

1.6 Задачи исследований

На основании результатов анализа литературных источников и в соответствии с поставленной целью работы определены следующие задачи исследований:

- провести анализ существующих конструкций клеток для содержания телят и обозначить перспективные направления, повышающие качество очистки;

- обосновать конструктивные параметры скребка очищающего и теоретически исследовать процесс очистки ленты подвижного пола от экскрементов телят;
- провести исследования физико-механических свойств экскрементов телят возрастом до года, выполнить экспериментальные исследования процесса очистки ленты подвижного пола скребком очищающим;
- провести производственные испытания и дать экономическую оценку эффективности использования скребка очищающего при его работе.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ ЭКСКРЕМЕНТОВ ИЗ КЛЕТКИ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ПЛЕМЕННЫХ ТЕЛЯТ

2.1 Обоснование эффективного варианта конструкции клетки для содержания племенных телят

Анализ существующих конструкций клеток показывает, что они отличаются продолжительностью содержания в них телят, технологическим процессом, стоимостью, энергозатратами и другими критериями. Одной из задач работы является выбор оптимальной конструкции клеток, которая отвечала бы зоотехническим, технологическим, техническим и экономическим критериям [66, 122, 126, 127].

Для решения данной задачи использовали метод системного анализа, предложенный В.В. Сафроновым [96].

Применительно к поставленной перед нами задачи этот метод предполагает выполнение следующих этапов:

- формирование совокупности критериев, характеризующих основные свойства клеток;
- анализ возможных вариантов конструкций клеток для содержания телят;
- определение коэффициентов важности выбранных критериев;
- решение задачи ранжирования и построения множества эффективных вариантов или подмножества эффективных вариантов клеток для содержания телят по совокупности принятых критериев;
- выводы о целесообразности использования полученного решения на практике или о необходимости изменения исходной информации и повторении решения [124].

Рассмотрим математическую постановку задачи. Допустим, известны:

множество $S = \{S_\alpha, \alpha = \overline{1, n}\}$ – множество клеток для содержания телят;

$K(S_\alpha) = \{K_i(S_\alpha), i = \overline{1, r}\}$ – множество векторных компонент $K_i(S_\alpha)$,

характеризующих систему $S_\alpha \in S$ (таблица 2.1);

Таблица 2.1 – Векторные компоненты и скалярные критерии и их содержание по данным экспертной группы специалистов

Векторные компоненты K_i	Скалярные критерии K_{ij}	Наименование	Диапазон изменения, балл
K_1 Зоотехническая	K_{11}	Продолжительность содержания	20...120 дней
	K_{12}	Наличие облучения	1 – нет 2 – да
	K_{13}	Тип поилки	1 – ведро 2 – ведро с соской и подогревом 3 – бидончик с соской
	K_{14}	Вид кормления	1 – групповой 2 – индивидуальный
	K_{15}	Наличие моциона	1 – отсутствует 2 – пассивный 3 – активный
K_2 Технологическая	K_{21}	Способ управления технологическими процессами	1 – ручной 2 – механический 3 – автоматизированный
	K_{22}	Вид пола	1 – без подогрева 2 – с подогревом 3 – наклонный 4 – с переменным углом к горизонту
	K_{23}	Способ уборки навоза	1 – ручной 2 – механический 3 – автоматизированный
K_3 Техническая	K_{31}	Габаритные размеры клетки (объем) в соответствии с НТП 1-99	1 – не соответствуют 2 – соответствуют
	K_{32}	Особенности конструкции пола	1 – бетонный 2 – решетчатый 3 – солома (подстилочный) 4 – транспортерный ленточный 5 – транспортерной ленточный с подстилкой (конвейер)
	K_{33}	Наличие фиксации при кормлении	1 – нет 2 – да
K_4 Экономическая	K_{41}	Стоимость системы (покупная)	1 – высокая 2 – средняя 3 – низкая
	K_{42}	Удельная стоимость эксплуатации	1 – высокая 2 – средняя 3 – низкая
	K_{43}	Защита окружающей среды	1 – нет 2 – да

$K_i(S_\alpha) = \{K_{ij}(S_\alpha), j = \overline{1, r_i}\}$ – множество скалярных компонент, характеризующих систему $S_\alpha \in S$ (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Значения критериев для различных вариантов клеток

Векторные компоненты, K_i $i = \overline{1, 4}$	Скалярные критерии, $K_{ij} \ i = \overline{1, 4}; j = \overline{1, r_i}$	Значения скалярных критериев для клеток						
		S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
K_1 Зоотехническая	K_{11}	20	90	20	20	120	120	120
	K_{12}	2	1	1	1	2	2	1
	K_{13}	2	2	2	1	3	3	1
	K_{14}	2	2	1	1	2	2	1
	K_{15}	1	1	2	2	3	3	2
K_2 Технологическая	K_{21}	1	2	2	1	3	3	3
	K_{22}	1	1	1	1	1	2	1
	K_{23}	1	2	1	1	2	3	2
K_3 Техническая	K_{31}	1	1	1	2	2	2	2
	K_{32}	3	2	3	1	4	4	5
	K_{33}	1	1	1	1	2	2	1
K_4 Экономическая	K_{41}	2	2	3	1	2	2	1
	K_{42}	2	2	1	3	2	2	3
	K_{43}	1	1	1	1	2	2	1

Требуется найти упорядоченное множество P эффективных систем (кортеж Парето [5]), для элементов $S_p^0 \in P$ которого справедливо равенство

$$K(S_p^0) = \min_{S_\alpha \in S_D} K(S_\alpha), \quad (2.1)$$

где $P = \{S_{k_1}^0, S_{k_2}^0, \dots, S_{k_{n^\pi}}^0\}$ – упорядоченное множество эффективных систем.

Элементы кортежа ранжированы в соответствии с решающими правилами так, что выполняется условие $S_{k_1}^0 \succ S_{k_2}^0 \succ \dots \succ S_{k_{n^\pi}}^0$, где « \succ » – знак отношения доминирования, $k_i \in \{\overline{1, n^\pi}\}$. Длина кортежа равна n^π ; $S_D \subseteq S$ –

допустимое множество, для элементов S_α которого выполняются условия $D_q(S_\alpha) \leq D_q^0, q = \overline{1, M}$, где $D(S_\alpha) = \{D_q(S_\alpha), q = \overline{1, M}\}$ – множество ограничений, которым должна удовлетворять система $S_\alpha \in S$; D_q^0 – допустимое значение q -го ограничений, M – число ограничений [124].

Допустим, нам известен метод ранжирования по совокупности скалярных компонент каждой векторной компоненты $K_i(S_\alpha), i = \overline{1, r}$, например, метод «жесткого» ранжирования. После его применения построим частные кортежи Парето, которые позволят однозначно определить расположение системы S_α относительно других систем по каждой векторной компоненте. Причём выявляются как доминирующие (доминируемые), так и эквивалентные системы. Это позволяет придать всем векторным компонентам некоторые числа, значения которых зависят от расположения систем: для доминируемых систем эти значения больше, чем для доминирующих, а для эквивалентных систем эти значения будут равными. Назовём такие числа псевдозначениями векторных компонент. Введение таких псевдозначений позволяет вновь применить метод «жесткого» ранжирования и построить искомый кортеж Парето. При этом необходимо иметь информацию о множестве $A = \{a_i, i = \overline{1, r}\}$ коэффициентов важности векторных компонент, причем $\sum_{i=1}^r a_i = 1$.

Таким образом, для решения задачи многовекторного ранжирования метод «жесткого» ранжирования применяется $[r+1]$ раз.

Исходя из анализа предмета исследования, в том числе и классификации клеток все множества критериев, характеризующих основные свойства клеток, можно представить в виде четырех векторных компонент $K_i (i = 1, 2, \dots, 4)$, включающих со своими составляющими (см. таблицу 2.1): зоотехническая (K_1), технологическая (K_2), техническая (K_3), экономическая (K_4), рисунок 2.1.

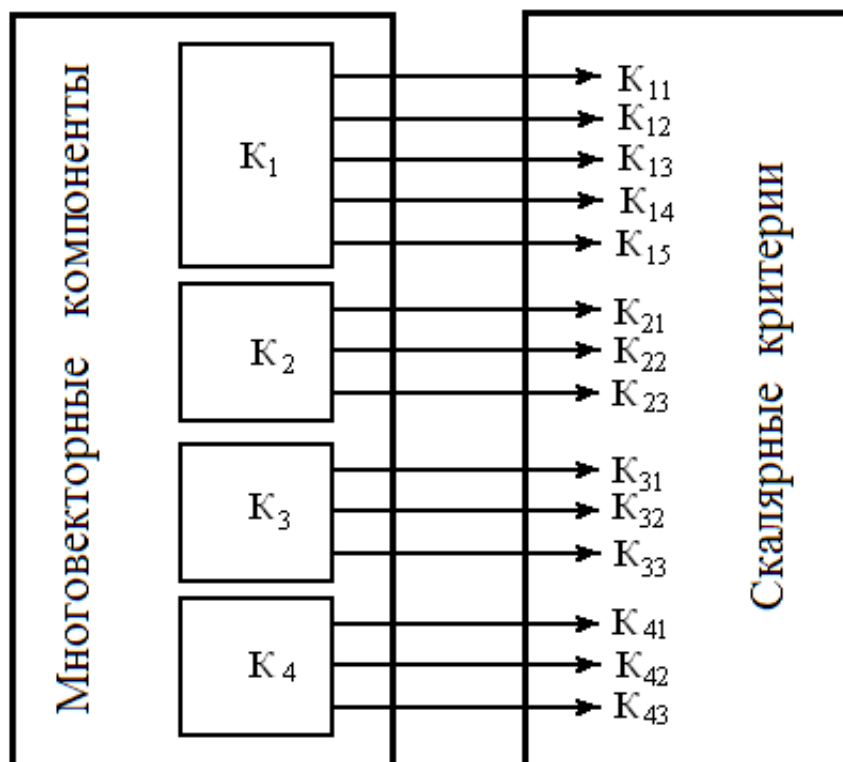


Рисунок 2.1 – Состав критериев, характеризующих клетки для содержания животных

В свою очередь каждая из векторных компонент включает в себя множество скалярных критериев K_{ij} ($j = 1, \dots, r_i$; $r_1 = 5$, $r_2 = r_3 = r_4 = 3$), см. рисунок 2.1.

Смысл скалярных критериев, их возможные значения в физических единицах или баллах приведены в таблице 2.1 по результатам экспертной оценки [122].

Не все численные значения скалярных критериев определены общепринятыми нормами и правилами. Поэтому в работе применяли метод экспертных оценок, основанный на профессиональном, научном и практическом опыте специалистов различного профиля: НИИСХ «Юго-Востока» (г. Саратов), профессорско-преподавательского состава СГАУ им. Н.И. Вавилова (г. Саратов), руководителей ведущих крестьянских (фермерских) хозяйств (Саратовская обл.).

Данная группа специалистов в составе 12 чел. провела анализ 7 предложенных вариантов ($S_1 \dots S_7$) типовых и экспериментальных

существующих и перспективных клеток для содержания телят, описание конструкции которых приведено выше, а значения в таблице 2.2:

Вариант S_1 : клетка для телят до 20-дневного возраста типа ОСТ-50 [64].

Вариант S_2 : клетка для телят до 90-дневного возраста типа КИТ 00.000 [55].

Вариант S_3 : клетки-боксы для телят до 120-дневного возраста [74, 76].

Вариант S_4 : клетка для индивидуального содержания телят фирмы Zimmermann [41].

Вариант S_5 : клетка с подвижным полом и возможностью его наклона (патент РФ № 75135) [79].

Вариант S_6 : клетка с подвижным полом и возможностью его наклона и с системой задания нагрузки животному (патент РФ № 81039) [81].

Вариант S_7 : клетка с подвижным полом Kalvbox [133].

Результаты экспертного опроса, позволяющие определить значения скалярных критериев, приведены в таблице 2.2 [122].

Для построения множества эффективных вариантов клеток определим значения коэффициентов важности критериев с помощью модифицированного метода анализа иерархий [62].

В соответствии с этим методом экспертами формируется лишь первая строка (степень важности) матрицы парных сравнений n -го порядка, где n – число анализируемых критериев, и искомый вектор коэффициентов важности вычисляется как собственный вектор этой матрицы, отвечающий максимальному собственному значению. При формировании матрицы парных сравнений применяют шкалу предпочтений, предложенную Т.Л. Саати [95].

Исходная информация, полученная от экспертов при различных сочетаниях критериев, представлена в таблице 2.3, а результаты решения – в таблице 2.4.

Таблица 2.3 – Степени важности весомости критериев

Критерии	K_1	K_2	K_3	K_4	K_{11}	K_{12}	K_{13}
Степени важности	1	3	5	6	1	0,5	0,3333
Критерии	K_{14}	K_{15}	K_{21}	K_{22}	K_{23}	K_{31}	K_{32}
Степени важности	0,25	0,1111	1	3	5	1	5
Критерии	K_{33}	K_{41}	K_{42}	K_{43}			
Степени важности	3	1	1	1			

Таблица 2.4 – Коэффициенты важности весомости критериев

J	a_j	a_{1j}	a_{2j}	a_{3j}	a_{4j}
1	0,5882	0,0526	0,6521	0,6522	0,333
2	0,1961	0,1053	0,2174	0,1304	0,333
3	0,1176	0,1579	0,1304	0,2174	0,333
4	0,0980	0,2105			
5		0,4737			

На основе использования метода многовекторного ранжирования [31] построили упорядоченное множество эффективных вариантов (кортеж Парето) клеток для содержания телят по совокупности принятых критериев и выбрали наилучший вариант для реализации. В результате решения оказалось, что по первой векторной компоненте частный кортеж Парето $P_1 = \langle S_5 \square S_6 \rangle$, по второй – $P_2 = \langle S_6 \rangle$, по третьей – $P_3 = \langle S_5 \square S_6, S_7 \rangle$, по четвертой векторной компоненте – $P_4 = \langle S_5 \square S_6, S_3, S_4, S_7 \rangle$. В целом в результате решения задачи получен кортеж Парето $P = \langle S_6 \rangle$. Остальные варианты клеток для содержания телят оказались неэффективными [124].

По совокупности критериев наилучшим является шестой вариант клетки для содержания телят, защищенный патентом, имеющей в своей конструкции подвижный пол с возможностью его наклона относительно горизонта с АСУТП, в том числе нагрузки животному, уборки навоза с загрязненного

участка и внесения соответствующей массы подстилки, а также подсушки и дезинфекции загрязненного участка транспортера – коврика [8, 81]. Использование данной клетки предполагает выполнение ее пола в виде ленты – коврика транспортера, что позволит, автоматизировать процесс уборки клетки и расширить возможность задания диапазона физической нагрузки для животных, регулирования этой нагрузки и обеспечить энергосбережение при содержании животных, т.е. получать конкурентоспособный по качеству скот.

Использование разработанной методики по оптимизации технологических параметров клеток для содержания телят позволяет решать аналогичные задачи, в том числе и при изменении исходных данных [122].

2.2 Технологическое обоснование конструкции клетки для содержания племенных телят

Для обеспечения комфортного содержания телят целесообразно, чтобы разрабатываемая конструкция клетки отвечала следующим требованиям:

- пол клетки должен быть сплошным, с поверхностью, исключающей вероятность травмирования копыт телят;
- очистка и дезинфекция пола клетки должны исключать ручной труд. При этом расход дезинфицирующей жидкости должен быть минимальным;
- для своевременной очистки и дезинфекции пола клетка должна быть оснащена датчиками контроля загрязненности;
- для обеспечения моциона теленка без изъятия его из клетки пол клетки следует выполнить подвижным.

С учетом вышеизложенных требований на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК» Саратовского ГАУ была разработана конструкция клетки для содержания телят [79–81].

Клетка состоит из рамы 1 (рисунок 2.2), сопряженной посредством болтовых соединений с рамой подвижной ленты 2. На раме подвижной ленты 2 установлена подвижная лента 3, привод которой осуществляется посредством

электродвигателя 4 через ведущий и ведомый шкивы 5 и 6 и ремня 7. Движение подвижной ленты 3 происходит через натяжные ролики 8. Для очистки подвижной ленты 3 от экскрементов телят к раме клетки 1 на шпильках 9 установлена рамка 10, к которой закреплен скребок очищающий 11. На раме клетки 1 закреплена деревянная клетка 12.

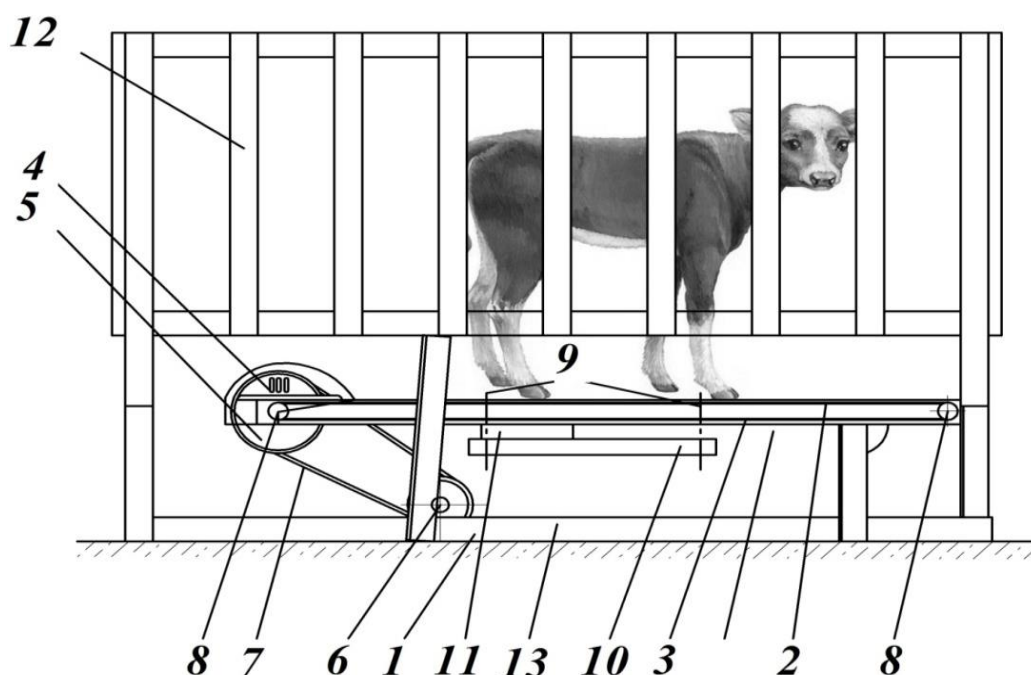


Рисунок 2.2 – Клетка для содержания телят: 1 – рама клетки; 2 – рама подвижной ленты; 3 – подвижная лента; 4 – электродвигатель; 5 – ведущий шкив; 6 – ведомый шкив; 7 – ремень; 8 – натяжные ролики; 9 – шпильки; 10 – рамка; 11 – скребок очищающего устройства; 12 – деревянная клетка

Привод подвижного пола устанавливается таким образом, чтобы его движение осуществлялось против направления возможного движения теленка. В противном случае теленок будет вынужден перемещаться назад, а не вперед, что приведет к нарушению ориентации и, как следствие, травмированию теленка.

Необходима установка клетки для содержания телят таким образом, чтобы обеспечить отвод экскрементов теленка в навозоуборочный канал, механизировать процесс очистки транспортной ленты с ее последующей мойкой дезинфицирующим раствором и его отводом в навозоуборочный канал.

В помещении, где установлена клетка, необходимо поддержание установленных зоогигиенических требований: температуры на уровне 17...20°C, относительной влажности – 70 %, скорости движения воздуха зимой – не более 0,1 м/с, летом – не более 0,3 м/с, содержание углекислоты не должно превышать 0,15 %, аммиака – 10 мг/м³ [15, 31].

2.3 Обоснование конструктивных параметров клетки для содержания телят

Известна конструкция клетки (стойла) для содержания телят, в передней части которой для экономии подстилочного материала устанавливается кормушка, а пол выполняется с уклоном до 2 % [46, 55]. Однако такие клетки (стойла) ограничивают подвижность животных и рекомендуются преимущественно для животных стойлового содержания и хозяйств, не располагающих достаточным количеством подстилки [55].

Недостатком таких клеток является большая трудоемкость при ее удалении при очистке клеток, внесении подстилки. Использование щелевых полов для устранения этих недостатков ухудшает условия содержания животных, является причиной повреждения суставов, что в дальнейшем приводит к снижению надоев коров и прироста живой массы молодняка, а также к невозможности использования для длительного содержания животных, особенно для племенного стада [3].

Указанные недостатки исключены в клетках, имеющих подвижный полковрик, выполненный в виде транспортера, под лентой которого устанавливается скребок для ее очистки. Такие конструкции клеток запатентованы [2], однако широкого применения пока не нашли. Клетки с подвижным полом выпускаются в Швеции [142] для группового содержания телят (на 5 гол.) и предусматривают выполнение операций только по очистке пола клетки от навоза.

Разработанная нами клетка для содержания телят имеет ряд преимуществ перед известными: клетка позволяет выполнение всех жизненно необходимых для выращивания теленка операций: кормления, поения, моциона, очистки клетки и поддержания микроклимата [79–81] (приложения А, Б, В).

При наклоне пола, обтекаемого подвижной лентой, с помощью домкратов на угол α относительно горизонта естественно изменяется и положение животного. Подъем плоскости пола с лентой-ковриком на угол α относительно горизонта обеспечивает лучшую очистку поверхности ленты и задает большую физическую нагрузку для животного при меньшей скорости движения ленты-коврика. Животное при перемещении по наклонному транспортеру получает различную физическую нагрузку, которую фиксируют на пульте и задают скорость и время перемещения.

Для приведения в движение ленты транспортера используется привод, состоящий из двигателя, редуктора, барабана, а также муфт, соединяющих редуктор с двигателем и барабаном.

В приводах наклонных транспортеров (конвейеров), что близко подходит к нашей конструкции, рекомендуется применять остановы и тормоза, препятствующие движению рабочей ветви ленты вниз под действием составляющей силы тяжести груза при выключенном двигателе. В нашей конструкции движение вниз категорически неприемлемо.

2.4 Обоснование выбора подвижного пола клетки

Учитывая зоотехнические требования к содержанию телят, в качестве подвижного пола была выбрана транспортерная лента ГОСТ 20–85 «Ленты конвейерные резиноканевые», предназначенная для транспортирования малогабаритных материалов, в том числе продуктов сельского хозяйства, небразивных, мелких, сыпучих и пакетированных материалов. Выбираем ленту шириной 1500 мм, количество прокладок 4, номинальная прочность 400

Н/мм [54]. Поверхность ленты изготовлена с выпуклостями полусферической формы диаметром 3 мм и высотой 1,5 мм (рисунки 2.3, 2.4).



Рисунок 2.3 – Поверхность транспортной ленты

Данный вид поверхности способствует устойчивому положению теленка в клетке и исключает скольжение копыт по поверхности в случае выделения экскрементов и мочи. Также следует отметить, что выпуклости на поверхности позволяют минимизировать вероятность травмируемости не окончательно сформированных роговиц копыт теленка.

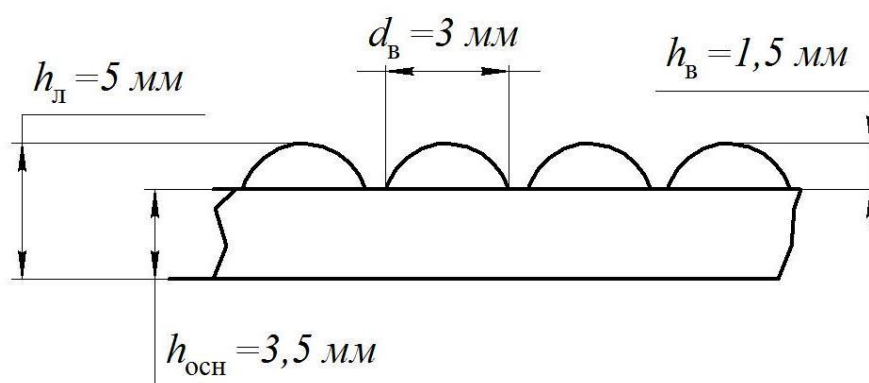


Рисунок 2.4 – Геометрические параметры транспортной ленты

Учитывая выпуклости поверхности ленты, можно утверждать, что подобная поверхность не будет способствовать плотному прилеганию к рабочей кромке скребка очищающего, что приведет к образованию зазора и увеличению остатка экскрементов после очистки. Поэтому в формировании

математической модели процесса взаимодействия поверхности ленты с рабочей кромкой скребка следует учитывать данную особенность.

С учетом того, что длина ленты составляет 1500 мм, а фиксированное провисание 2 мм, что не оказывает существенного влияния на процесс содержания и очистки, то прижимные ролики не нужны. Излишний натяг ленты, взаимодействующей со скребком, будет способствовать деформации ее поверхности и разрыву. С целью исключения пробуксовывания ленты конструкция оснащена прижимным роликом под натяжным барабаном. Кроме того, особенность технологического процесса очистки ленты основана на условии взаимодействия «лента–скребок», при котором скребок очищающий является поддерживающим элементом.

2.5 Обоснование и разработка скребка очищающего ленты подвижного пола

Следуя технологической схеме работы клетки для содержания телят, в конструкции необходимо предусмотреть скребок очищающий для очистки экскрементов. Под экскрементами телят будем понимать сочетание мочи и кала теленка. Известны рабочие элементы существующих технологических средства для очистки навоза, к которым следует отнести: скребки, щетки различных конструкций и гидравлический смыв [98, 102, 113]. Следует отметить, что гидросмыв, как правило, используется в качестве завершающего этапа очистки.

В нашем случае использование щетки для очистки поверхности транспортерной ленты от экскрементов приведет к забиванию пространства между ворсинками, что потребует значительного расхода воды или дезинфицирующего раствора для очистки самой щетки. Причем промыв жидкостью щетки должен обеспечивать ее работоспособность. В противном случае будет нарушена эффективность очистки поверхности.

Кроме того, несвоевременный промыв щетки приведет к затвердеванию экскрементов в ней, размножению неблагоприятных бактерий и

микроорганизмов, а также потребует значительного расхода жидкости для обеспечения полной очистки щетки. Причем плотность расположения ворсинок, их жесткость не окажут существенного влияния на повышение эффективности процесса очистки.

Использование щеток целесообразно для сухого навоза или смешанного с опилками, соломой, навоза или птичьего помета. Применение щеток для очистки поверхностей от свежих экскрементов животных малоэффективно и энергозатратно.

Использование только одного гидравлического смыва для очистки транспортерной ленты может быть эффективным в случае высокого давления и расхода моющей жидкости, что приведет к повышенному расходу жидкости и, как следствие, к повышенному энергопотреблению, увеличению влажности в месте содержания телят и нарушению зоогигиенических требований по их содержанию, что недопустимо [49].

Учитывая особенность физико-механических свойств экскрементов телят, обусловленных специфическим рационом и периодичностью питания их по мере роста, наиболее целесообразным рабочим элементом для очистки транспортерной ленты следует считать скребок, выполненный из твердого сплошного материала. В этом случае исключается забивание рабочего элемента (скребка) и упрощается возможность смыва экскрементов с его рабочей поверхности.

Эффективное использование скребка с наименьшими затратами возможно при условии изготовления его из соответствующего материала, который должен отличаться устойчивостью к агрессивной среде - экскрементам телят, иметь достаточную твердость для преодоления сил трения экскрементов о поверхность транспортерной ленты и форму, обеспечивающую требуемое качество очистки и минимальный расход моющей или дезинфицирующей жидкости. С учетом физико-механических свойств и химического состава экскрементов наиболее целесообразным для изготовления

очищающего устройства следует считать нержавеющей, кислотоустойчивую сталь AISI 304 (рисунок 2.5).

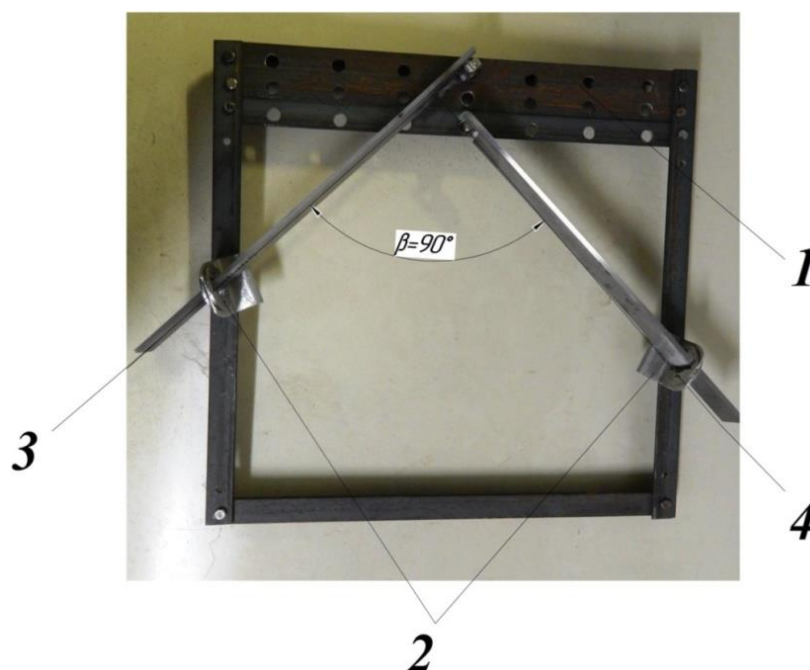


Рисунок 2.5 – Скребок очищающий с углом $\beta = 90^\circ$: 1 – рамка; 2 – регулировочные кронштейны; 3 – основной скребок; 4 – вспомогательный скребок

При выборе положения скребка очищающего относительно осевых линий транспортной ленты необходимо исходить из того, что при неподвижном положении ленты в ее центре образуется естественный провис, обусловленный силой тяжести ленты. Поэтому целесообразно располагать скребок таким образом, чтобы его вершина не контактировала с линией максимального провисания ленты во избежание ее повреждения (рисунок 2.6).

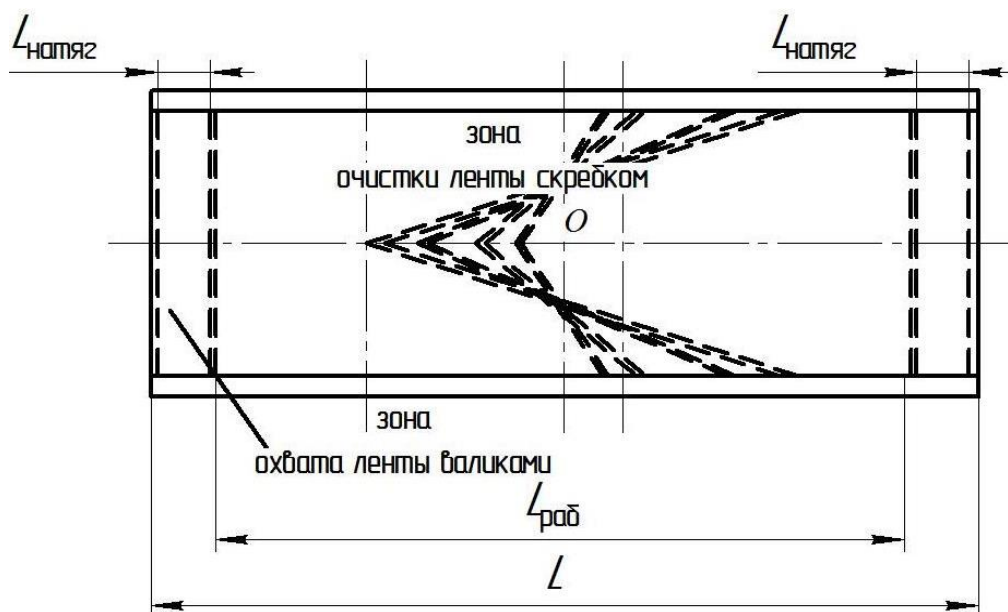


Рисунок 2.6 – К обоснованию геометрического расположения скребка

2.6 Теоретические исследования очистки

Технологический процесс удаления экскрементов из клетки заключается в следующем: при движении ленты 2 основная часть экскрементов, под действием центробежной силы сбрасывается с натяжного барабана 3 в навозоуборочный транспортер 6 и удаляется из помещения, оставшаяся часть, прилипшая к ленте, счищается скребком на пол, а затем вручную подается в навозоуборочный транспортер (рисунок 2.7).

Предположительно, что при провисании ленты подвижного пола перед рабочей кромкой скребка очищающего на некоторую величину T возникнет более плотное прилегание ленты к поверхности рабочей кромки скребка. Вследствие чего, образуемый зазор между поверхностью ленты и рабочей кромкой скребка будет минимальным, как и остаток экскрементов на ленте подвижного пола.

При провисании перед скребком очищающим очевидно, что силы трения между натяжным барабаном и лентой подвижного пола будет недостаточно для осуществления перемещения ленты. В этом случае возникает необходимость использования прижимного ролика, который бы обеспечивал необходимую

силу трения между лентой и барабаном, при этом не влияя на провисание ленты перед скребком. При этом на силу трения влияет угол Эйлера – угол обхвата лентой натяжного барабана α_1 [70, 86].

Из анализа ленточных транспортеров и конвейеров, применительно к нашему случаю более предпочтительным является вариант прижимного ролика непосредственно под прижимным барабаном. Учитывая длину клетки – 1,5 м, обусловленную габаритами телятника и условиями содержания теленка, естественное провисание ленты подвижного пола клетки будет незначительным, поэтому установка прижимных роликов по всей длине не требуется [48, 64, 87]. Однако, для обеспечения провисания ленты подвижного пола с целью улучшения работы скребка очищающего рекомендуется установить прижимной ролик под натяжным барабаном (см. рисунок 2.7).

В этом случае при длине клетки 1,5 м и геометрии установки прижимного ролика угол обхвата лентой подвижного пола натяжного барабана (угол Эйлера) α_1 составит 177-178 °. Что вполне достаточно для обеспечения трения между лентой и барабаном при учитываемых условиях и параметрах клетки [47, 87].

В процессе очистки пола от экскрементов он подвергается воздействию ряда сил, способствующих и препятствующих процессу очистки (см. рисунок 2.7):

- $F_{упр1}$ – упругая сила, образуемая от провисания ленты, на участке А–А;
- $F_{упр2}$ – упругая сила, на участке Б–В;
- $F_{пр}$ – сила прижатия ленты к рабочей кромке скребка;
- $F_{тр}$ – сила трения резинового подвижного пола по рабочей кромке скребка;
- $F_{отр}$ – сила отрыва экскрементов от подвижного пола;
- F_0 – сила, возникающая от силы тяжести подвижного пола в максимальной точке провисания;
- F_G – вес подвижного пола и экскрементов, действующих на рабочую кромку скребка;

– $F_{дв}$ – движущая сила;

– Δq – распределяемая нагрузка от веса подвижного пола и экскрементов.

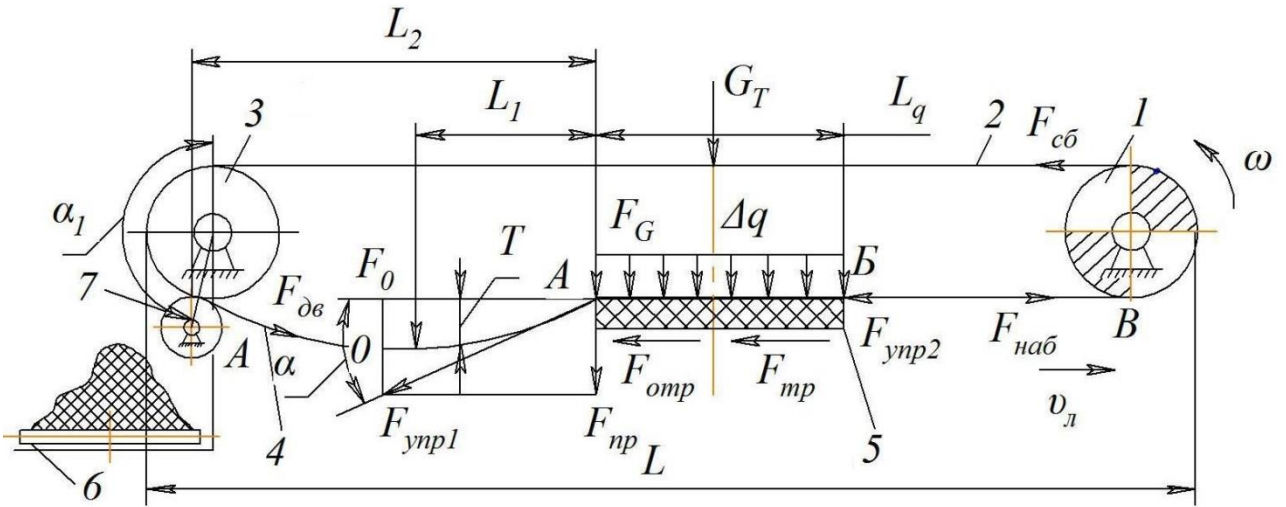


Рисунок 2.7 – Схема действия сил при движении ленты по скребку очищающему: 1 – ведущий барабан; 2 – рабочая ветвь ленты; 3 – натяжной барабан; 4 – холостая (нижняя) часть ленты; 5 – скребок; 6 – навозоуборочный транспортер; 7 – прижимной ролик; L – длина ленты; L_q – длина рабочей части скребка; L_1 – расстояние от вершины скребка т. A до максимальной точки провисания ленты т. O ; L_2 – расстояние от вершины скребка т. A до схода ленты с натяжного барабана т. A' ; α – угол действия упругой силы $F_{упр1}$; T – величина провисания ленты

Скребок очищающий 5 (см. рисунок 2.7) одновременно является и неподвижной опорой подвижного пола, по которой происходит движение холостой ветви 4 подвижного пола. Качество очистки подвижного пола от экскрементов зависит от силы его прижатия к скребку $F_{пр}$. Сила прижатия подвижного пола к скребку определяется двумя составляющими. Первая составляющая – это упругая сила $F_{упр}$, возникающая в результате провисания пола на участке L_2 от т. A' – схода пола с натяжного барабана до т. A – контакта подвижного пола со скребком. Провисание подвижного пола происходит от его веса и веса прилипших экскрементов. Второй составляющей является вес подвижного пола F_G , действующий в месте контакта пола со скребком.

Величину упругой силы находят по выражению

$$F_{\text{упр}} = (m_{\text{л}} + m_{\text{э}})Lg_e, \text{ Н}, \quad (2.2)$$

где $m_{\text{л}}$ – масса 1 погонного метра подвижного пола, кг/м; $m_{\text{э}}$ – масса эксcrementов на 1 погонном метре пола, кг/м; L – длина подвижного пола, м; g_e – ускорение свободного падения, м/см².

Для удобства записи, выражение (2.2) преобразуем в следующий вид:

$$F_{\text{упр}} = m_{\Sigma}Lg_e, \text{ Н}, \quad (2.3)$$

где $m_{\Sigma} = (m_{\text{л}} + m_{\text{э}})$.

При определении второй составляющей силы прижатия введем допущение: вес ленты и эксcrementов равномерно распределяется по площади контакта ленты со скребком. Таким образом выражение для определения второй составляющей примет следующий вид.

$$F_G = \Delta L_c m_{\Sigma} g_e, \text{ Н}, \quad (2.4)$$

где ΔL_c – элементарная площадь взаимодействия пола со скребком.

Конечное выражение для определения силы прижатия пола к скребку принимает следующий вид.

$$F_{\text{пр}} = m_{\Sigma}Lg_e \sin \alpha + \Delta L_c m_{\Sigma} g_e, \text{ Н}, \quad (2.5)$$

или

$$F_{\text{пр}} = [m_{\Sigma}g_e(L_2 \sin \alpha + \Delta L_c)], \text{ Н}. \quad (2.6)$$

Так как величина силы F_G незначительна, то в дальнейших расчетах ей можно пренебречь: $F_G = F_0$. Из выражения следует, что сила прижатия скребка к поверхности ленты при прочих равных условиях зависит от длины провисающей части ленты L_2 , а также угла ее провисания α , который характеризуется величиной максимального провисания $T_{\text{пр.макс}}$.

Очевидно, что количество остатков эксcrementов на поверхности пола после ее очистки скребком зависит от величины зазора s (рисунок 2.8) между полом и скребком.

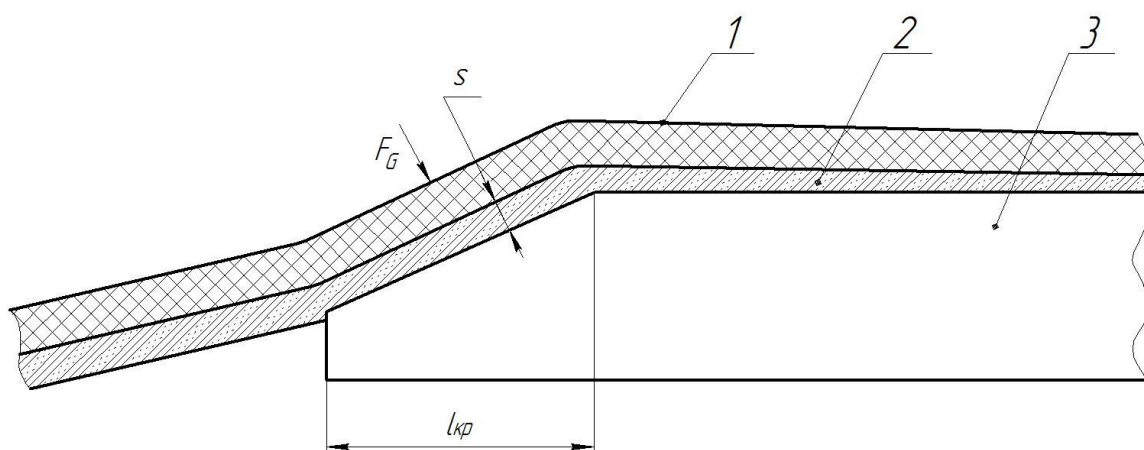


Рисунок 2.8 – Схема взаимодействия ленты со скребком: 1 – лента; 2 – основное количество экскрементов; 3 – скребок; $l_{кр}$ – длина рабочей кромки скребка; s – величина зазора; F_G – усилие прижатия ленты подвижного пола к рабочей кромке скребка

Величина зазора в свою очередь определяется усилием прижатия ленты подвижного пола к рабочей кромке скребка F_G . При незначительном прижатии возникает явление «масляного клина», который и определяет величину зазора и неудовлетворительную очистку ленты пола. С увеличением усилия прижатия величина зазора уменьшается, качество очистки ленты улучшается и при определенном зазоре экскременты начинают выполнять функцию смазки. В этом случае, когда $s \rightarrow 0$, происходит сухое трение, при котором возможны деформация подвижного пола и его повреждение.

Усилие прижатия к рабочей кромки скребка определяется не только величиной провисания подвижного пола, но также геометрией скребка (рисунок 2.9), которая характеризуется углом β и углом γ отклонения скребка от горизонтали (рисунок 2.10).

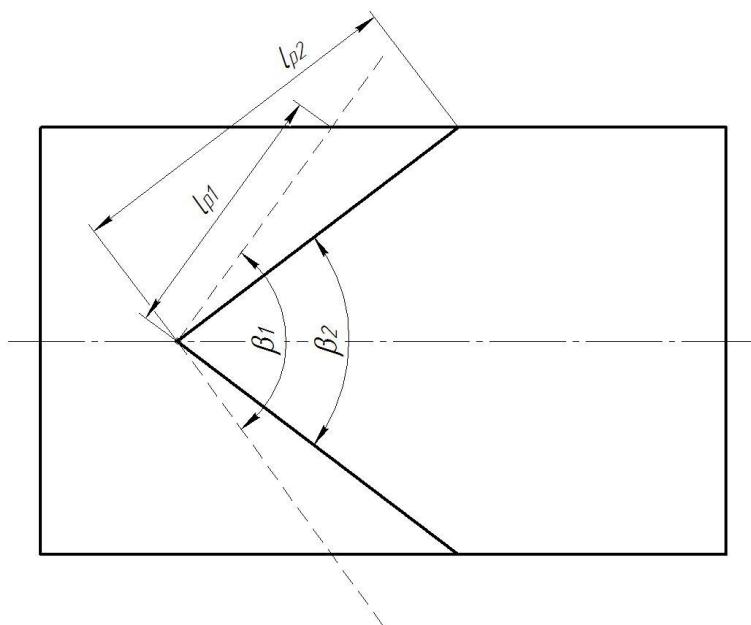


Рисунок 2.9 – Геометрия скребка при изменении угла при вершине β

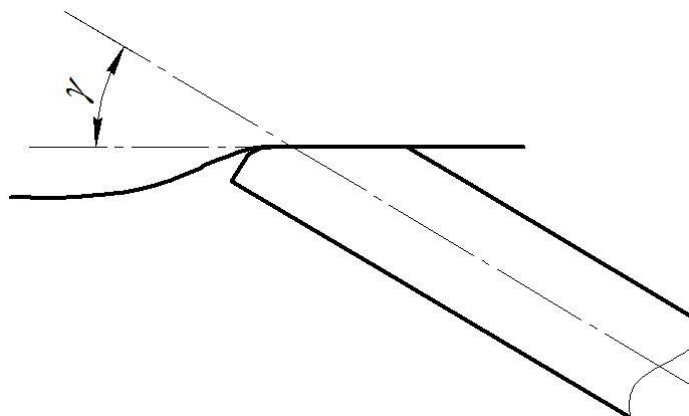


Рисунок 2.10 – Угол отклонения скребка от горизонтали γ

2.7 Влияние величины провисания ленты на остаток эксcrementов

При проведении исследования введем следующие допущения:

- движение пола равномерное;
- сила прижатия ленты $F_{пр}$ не изменяет свое направление;
- вес ленты и эксcrementов, действующих на рабочую кромку скребка, является величиной постоянной $F_G = \text{const}$ и имеет неизменную величину.

Величина провисания T описывается следующим известным выражением [14]:

$$T = \frac{L_2 \cos \alpha}{2}, \text{ мм.} \quad (2.7)$$

При этом усилие натяжения подвижного пола F_0 будет определяться из выражения [106]

$$F_0 = m_{\Sigma} g_e \frac{L_2}{\cos \alpha}, \text{ Н.} \quad (2.8)$$

Так как при определении силы F_0 невозможно определить (замерить) угол α , целесообразно использовать следующее выражение:

$$F_0 = m_{\Sigma} g_e \frac{L_2}{2S_{\text{пр}}}, \text{ Н.} \quad (2.9)$$

Следовательно, при увеличении провисания ленты подвижного пола соответственно возрастает сила прижатия, которая будет способствовать уменьшению зазора и пропорциональна своему численному значению, и описывается следующим известным выражением:

$$S = \frac{\mu k_{\text{пов}} k_{\text{лип}} S_{\text{ст}}}{(F_{\text{упр1}} + F_{\text{пр}} - F_{\text{упр2}}) k_{\text{отр}}}, \text{ мм/Н,} \quad (2.10)$$

где μ – коэффициент упругости (Пуассона) [72]; $\mu = 0,4 \dots 0,5$; $k_{\text{пов}}$ – коэффициент, учитывающий выпуклости поверхности; $k_{\text{пов}} = 0,43$; $k_{\text{лип}}$ – коэффициент липкости эксcrementов; $k_{\text{лип}} = 4,25$ кПа; $S_{\text{ст}}$ – статический зазор, мм; $k_{\text{отр}}$ – коэффициент, учитывающий отрыв массы эксcrementов от поверхности подвижного пола.

$$F_{\text{упр1}} = F_0 E, \text{ Н,} \quad (2.11)$$

где E – коэффициент жесткости пола, Н/м.

$$F_{\text{упр2}} = F_0 E + F_{\text{тр}}, \text{ Н,} \quad (2.12)$$

где $f_{\text{тр}}$ – коэффициент трения между полом и кромкой скребка.

$$F_{\text{тр}} = F_G f_{\text{тр}}; \quad (2.13)$$

$$S_{\text{ст}} = \frac{a L_{\text{скр}} b k k_{\text{пов}}}{F_{\text{пр}}}, \text{ мм,} \quad (2.14)$$

где a – ширина рабочей кромки скребка; b – зазор между полом и скребком при $F_{\text{пр}}=0$.

2.8 Влияние угла при вершине скребка на остаток эксcrementов

Угол при вершине скребка β влияет на длину рабочей части скребка L_p (рисунок 2.11) и, следовательно, при прочих равных условиях на увеличение удельной нагрузки скребка на пол $F_{уд,\beta}$.

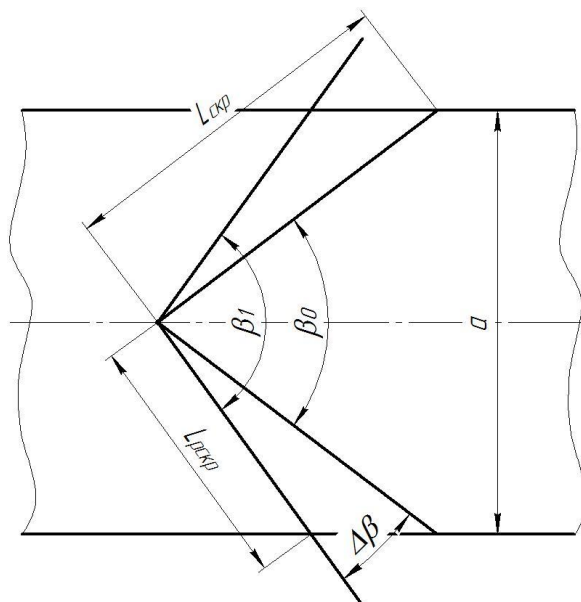


Рисунок 2.11 – Схема взаимодействия скребка с лентой подвижного пола при различных углах β : a – ширина ленты; $L_{скр}$ – длина скребка; $L_{рскр}$ – длина рабочей части скребка

Рабочая длина скребка определяется следующим выражением:

$$L_p = L_{скр} \cos \frac{\beta_1}{2}, \quad (2.15)$$

или

$$L_p = L_{скр} \cos \left(\frac{\beta_0 + \Delta\beta}{2} \right), \quad (2.16)$$

где β_0 – угол, при котором вся длина скребка является рабочей при $\beta_0=60^\circ$, $L_{скр}=L_p$; $\Delta\beta$ – увеличение угла β .

Величина силы прижатия подвижного пола к рабочей поверхности скребка будет определяться следующим выражением [14]:

$$F_{пр\beta} = \frac{F_{пр}}{L_{скр} \cos \left(\frac{\beta_0 + \Delta\beta}{2} \right)}, \text{ Н}, \quad (2.17)$$

или

$$F'_{пр\beta} = \frac{F_{пр}}{L_{скр} \cos \frac{\beta_1}{2}}, \text{ Н}, \quad (2.18)$$

где $F_{\text{пр}}$ – сила прижатия скребка к ленте подвижного пола при угле β_0 ; $F'_{\text{пр}}$ – сила прижатия скребка к ленте подвижного пола при угле $\beta_0 + \Delta\beta$.

$$\Delta F'_{\text{пр}\beta} = \left(\frac{F_{\text{пр}}}{L_{\text{скр}} \cos \frac{\beta_1}{2}} - F_{\text{пр}} \right), \text{ Н}, \quad (2.19)$$

или

$$\Delta F_{\text{пр}\beta} = F_{\text{пр}} \left(\frac{1 - L_{\text{скр}} \cos \frac{\beta_1}{2}}{L_{\text{скр}} \cos \frac{\beta_1}{2}} \right), \text{ Н}. \quad (2.20)$$

2.9 Влияние угла наклона рабочей кромки скребка

В связи с тем, что поверхность ленты неоднородна, с целью недопущения ее повреждения рабочая кромка скребка имеет определенный профиль (рисунок 2.12).

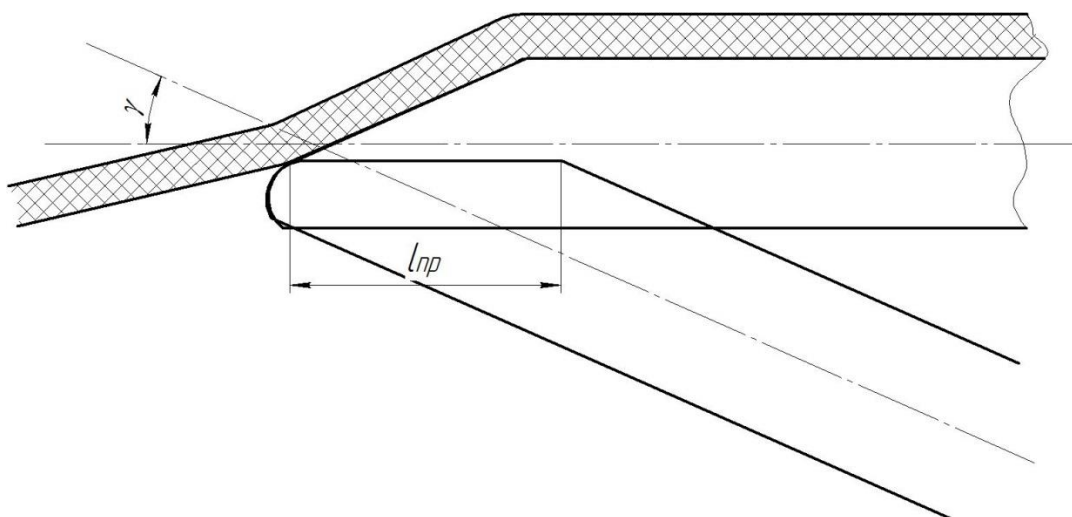


Рисунок 2.12 – Взаимодействие рабочей кромки скребка и подвижного пола

При горизонтальном расположении скребка прилегание к полу происходит по всей длине профиля скребка $L_{\text{пр}}$. При отклонении оси скребка от горизонтали величина контактной поверхности уменьшается [52]:

$$L_{\text{пр}\gamma} = L_{\text{пр}} \cos \gamma k_3, \text{ Н}, \quad (2.21)$$

где k_3 – коэффициент учитывающий эластичность материала подвижного пола.

Последнее приводит к увеличению удельной нагрузки $F_{\text{уд}}$ пола на скребок и снижению зазора s .

Влияние угла наклона рабочей кромки на эффективность очистки ленты подвижного пола также характеризуется коэффициентом эффективности

$$F_{\text{пр}\gamma} = \frac{F_{\text{пр}}}{L_{\text{пр}} \cos \gamma E}, \text{ Н.} \quad (2.22)$$

Изменение силы прижатия скребка к ленте от угла γ будет определяться из выражения

$$\Delta F_{\text{пр}\gamma} = F_{\text{пр}\gamma} - F_{\text{пр}}, \text{ Н,}$$

или
$$\Delta F_{\text{пр}\gamma} = \frac{F_{\text{пр}}}{L_{\text{прскр}} \cos \gamma k_3} - F_{\text{пр}}; \text{ Н,}$$

далее
$$\Delta F_{\text{пр}\gamma} = F_{\text{пр}} \left(\frac{1 - L_{\text{прскр}} \cos \gamma k_3}{L_{\text{прскр}} \cos \gamma k_3} \right), \text{ Н.} \quad (2.23)$$

Таким образом на величину зазора S , который определяет степень очистки ленты подвижного пола от экскрементов, оказывают влияние величина провисания ленты T , сила F_0 , которая может изменяться натяжным механизмом, предусмотренным конструкцией, и углами установки скребка β и γ , которые оказывают влияние на площадь контактной поверхности между лентой и скребком, а следовательно, на усилие прижатия:

$$F_{\text{пр}} = F_0 + \Delta F_{\beta} + \Delta F_{\gamma}, \text{ Н;} \quad (2.24)$$

$$F_{\text{пр}} = m \sum g \frac{L_2}{2 \cos \alpha} \left(1 + \frac{1 - L_{\text{скр}} \cos \frac{\beta}{2}}{L_{\text{скр}} \cos \frac{\beta}{2}} + \frac{1 - L_{\text{пр}} \cos \gamma k_3}{L_{\text{пр}} \cos \gamma k_3} \right), \text{ Н.}$$

Величина зазора в зоне контактной поверхности лента–скребок в конечном итоге определяет остаточную массу экскрементов и степень очистки ленты подвижного пола.

На основании вышеизложенных математических предпосылок было установлено, что на остаток экскрементов на подвижном полу влияют зазор и параметры скребка очищающего – угол при вершине β , угол наклона режущей кромки скребка к плоскости подвижного пола γ , сила прижатия ленты к рабочей кромке скребка:

$$m_{\text{ост}} = m_0 \left(l_n l_{\text{скр}} \cos \beta \mu k k_{\text{пов}} \right) - m_0 \left(\frac{F_{\text{пр}} E}{S_{\text{кп}} \sin \gamma} \right) - m_0 \frac{T F_0}{S_0 F_{\text{упр}}} k, \quad (2.25)$$

где $m_{\text{ост}}$ – остаточная масса экскрементов, г; m_0 – первоначальная масса экскрементов; S_0 – первоначальный зазор в статическом положении ленты подвижного пола.

По результатам полученных расчетов были построены графические зависимости содержания остатка экскрементов на ленте подвижного пола от провисания T , угла при вершине скребка β и угла наклона рабочей кромки скребка к поверхности ленты γ (приложение Г).

Графические зависимости показывают, что минимальное содержание остатка экскрементов телят составляют $m=2,2\%$ от общей массы экскрементов, и достигаются при провисании ленты $T=10$ мм, угле при вершине скребка $\beta=90^\circ$ и угле наклона рабочей кромки скребка к плоскости поверхности ленты подвижного пола $\gamma=70^\circ$.

На основании проведенного анализа клеток, боксов и домиков для содержания телят, и руководствуясь изложенными теоретическими предпосылками был изготовлен макет клетки для содержания племенных телят с подвижным полом и транспортной лентой в масштабе 1:25 (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 – Макет клетки для содержания племенных телят с подвижным полом

2.10 Выводы

1. Разработаны клетка для содержания телят и технологическая схема для очистки ленточного подвижного пола от экскрементов, отвечающие зоотехнологическим требованиям содержания телят.

2. Обоснованы материал и конструктивные параметры ленты подвижного пола: ширина – 1,5 м, длина – 500 м.

2. Получены математическое выражение зазора между рабочей кромкой скребка очищающего и лентой подвижного пола, выражение для силы прижатия ленты подвижного пола к рабочей кромке скребка.

3. Выведено математическое выражение для определения остатка экскрементов на ленте подвижного пола m после очистки скребком в зависимости от провисания ленты T , угла при вершине скребка β , угла наклона рабочей кромки скребка γ .

4. Графические зависимости содержания остатка экскрементов на ленте подвижного пола после очистки скребком показывают, что минимальное содержание остатка экскрементов на ленте $m = 2,2$ % обеспечивается при провисании ленты $T = 10$ мм, угле при вершине скребка $\beta = 90^\circ$ и угле наклона рабочей кромки скребка к плоскости ленты подвижного пола $\gamma = 70^\circ$.

3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

3.1 Программа экспериментальных исследований

Для проверки и подтверждения полученных теоретических результатов была составлена программа лабораторных экспериментальных исследований:

- влияние провисания ленты подвижного пола на остаток экскрементов;
- влияние угла при вершине скребка на остаток экскрементов β ;
- влияние угла наклона рабочей кромки скребка к плоскости ленты γ на остаток экскрементов.

Одним из основных видов лабораторных исследований скребка очищающего являлись исследования, выполненные методом трехфакторного эксперимента. В процессе проведения лабораторных опытов определяли содержание экскрементов на ленте подвижного пола клетки после взаимодействия ее поверхности с рабочей кромкой скребка.

На содержание остатка экскрементов на ленте подвижного пола клетки способны влиять провисание ленты, угол при вершине скребка, угол наклона рабочей кромки скребка, а также некоторые физико-механические свойства экскрементов телят возрастом до полугода.

Целью лабораторных опытов являлось определение физико-механических свойств экскрементов телят возрастом до полугода: плотность, влажность, липкость к стали, липкость к резине.

Для проведения исследования выбирались три группы телят возрастом до 1 года:

- 1) от 3 до 120 дней;
- 2) от 120 до 240 дней;
- 3) от 240 до 360 дней.

В каждой возрастной группе находилось от 50 до 100 гол. телят, взятых в разных животноводческих хозяйствах области. В качестве образца экскрементов производили смешивание кала теленка с его мочой.

Программой исследований было предусмотрено определение следующих показателей экскрементов телят (приложение Д):

- плотности ρ ;
- влажности W ;
- липкости к стали $\sigma_{ст}$;
- липкости к резине σ_p ;

Учитывая, что коэффициент трения экскрементов определен углом положения стойла $\varphi=2-5^\circ$ и принудительной очисткой скребком ленты подвижного пола, то исследования по нему не проводили.

Для измерения плотности экскрементов брали пробы от телят, помещали в техническую емкость объемом 1,2 л (рисунок 3.1).

Определение физико-механических свойств экскрементов телят проводили согласно общепринятым рекомендациям.

Плотность ρ экскрементов, кг/м^3 , представляет собой отношение массы m пробы к его объему V :

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (3.1)$$

где m – масса пробы, кг; V – объем пробы, м^3 .



Рисунок 3.1 – Определение плотности экскрементов телят

После этого образец экскрементов взвешивали на весах. Для проведения лабораторных опытов использовали массу образца 500 г.

Влажность определяли методом высушивания навесок с материалом. Для этого использовали сушильный шкаф ШС-150 (рисунок 3.2), электронные весы OHAUS Scout SC-2020-3A1 с точностью взвешивания до 0,001 г, бюксы. Порядок определения:

- а) взвешивали пустую бюксу – масса m_1 ;
- б) навеску экскрементов массой 15–20 г устанавливали в бюксу и взвешивали – масса m_2 ;
- в) устанавливали бюксу в сушильный шкаф и производили сушку при температуре 105 °С до достижения постоянной массы (около 5 ч);
- г) бюксу с сухими экскрементами взвешивали, получая массу m_3 .



Рисунок 3.2 – Прибор для определения влажности

Влажность экскрементов W определяли по формуле А.П. Геркова:

$$W = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \cdot 100\% , \quad (3.2)$$

где m_1 – масса пустой бюксы, г; m_2 – масса навески с бюксой до сушки, г; m_3 – масса навески с бюксой после сушки, г.

Липкость – это способность частиц материала прилипать к различным поверхностям тел и склеиваться. Предположительно, липкость экскрементов зависит от рациона кормления телят, структуры, плотности и влажности [35, 36, 38].

Липкость определяли на приборе (рисунок 3.3), представляющем собой емкость 6 (рисунок 3.4), в которую помещали образец экскрементов, металлического диска 1 диаметром 56 мм, жестко соединенного со стержнем 2, который, соприкасаясь с двумя парами роликов 3, может перемещаться в вертикальном направлении. Верхний конец стержня 2 соединен с одним из концов нити 4, перекинутой через блок 7. Другой конец нити прикреплен к чаше 5, в которую засыпали песок.

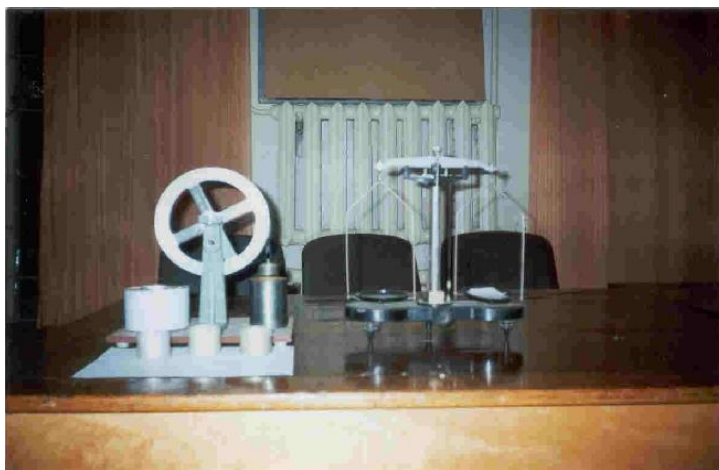


Рисунок 3.3 – Прибор для определения липкости

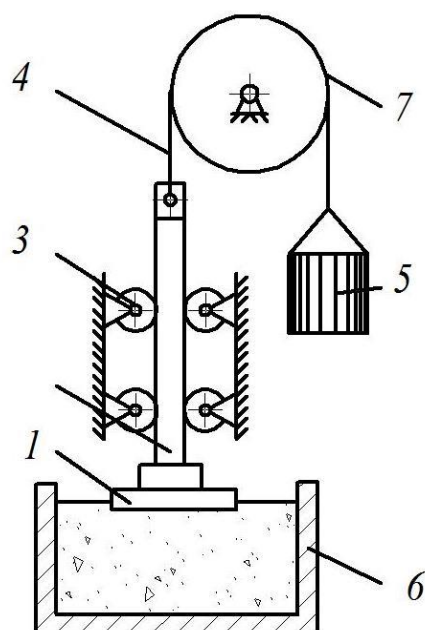


Рисунок 3.4 – Схема прибора для определения липкости экскрементов при отрыве:

1 – диск; 2 – стержень; 3 – ролики; 4 – нить; 5 – чаша;

6 – емкость для почвы; 7 – перекидной блок

Для того чтобы в процессе исследования обеспечить контакт диска с экскрементами, на стержень устанавливали груз, создающий давление на экскременты $0,01 \text{ кг/см}^2$ в течение 3 мин. Затем груз снимали и проводили отрыв путем насыпания песка в чашку. После отрыва песок вместе с чашкой взвешивали и определяли силу отрыва P .

Липкость σ , Н/м^2 , вычисляли по формуле

$$\sigma = \frac{4P}{\pi d^2}, \quad (3.3)$$

где P – сила отрыва диска, Н; d – диаметр диска, м.

Лабораторными опытами определяли:

- 1) физико-механические свойства экскрементов телят возрастом до полугода: плотность, влажность, липкость к стали и к резине (приложение Д);
- 2) остаток экскрементов на ленте подвижного пола после прохождения ее через скребок очищающий (приложение Е).

Для обеспечения точности опытов в пределах 4 % размерные показатели определяли на 500 г экскрементов телят [7].

3.2 Выбор критерия и факторов оптимизации, определение повторности опытов и порядка их проведения

Для решения задач, поставленных в ходе научно-исследовательской работы, были проведены исследования, выполняемые методом трехфакторного эксперимента.

Определяли параметры разработанного скребка очищающего клетки для содержания телят и значения провисания ленты подвижного пола.

За критерий оптимизации был выбран показатель работы скребка очищающего – количество остатка экскрементов теленка на подвижном полу клетки (приложение Е).

Основной фактор оптимизации – провисание ленты относительно скребка T (рисунок 3.5). С учетом особенности рельефа ленты целесообразно, чтобы ее поверхность максимально соприкасалась с рабочей кромкой скребка. Для этого при проведении исследований необходимо осуществить провисание ленты.

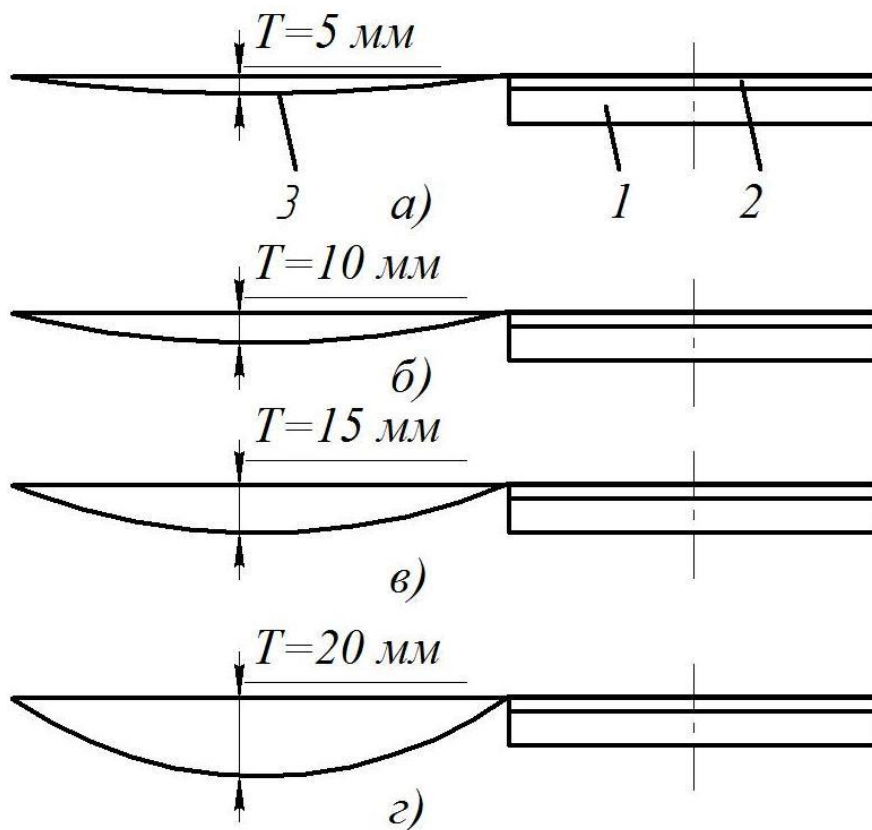


Рисунок 3.5 – Провисание ленты перед скребком:

а) на величину $T = 5$ мм; б) $T = 10$ мм; в) $T = 15$ мм; г) $T = 20$ мм;

1 – скребок очищающий; 2 – рабочая кромка скребка

Следующим фактором был выбран угол при вершине скребка очищающего β . Следует предполагать, что угол при вершине скребка способен влиять на количество остатка экскрементов на ленте, поскольку геометрически он влияет на длину контакта рабочей кромки скребка с поверхностью ленты. Очевидно, что чем меньше β , тем больше $L_{\text{раб}}$ (рисунок 3.6). Однако при этом может увеличиваться зазор между рабочей кромкой и поверхностью по причине снижения удельной нагрузки на рабочую кромку скребка, что, возможно, будет способствовать увеличению остатка экскрементов на подвижном полу.

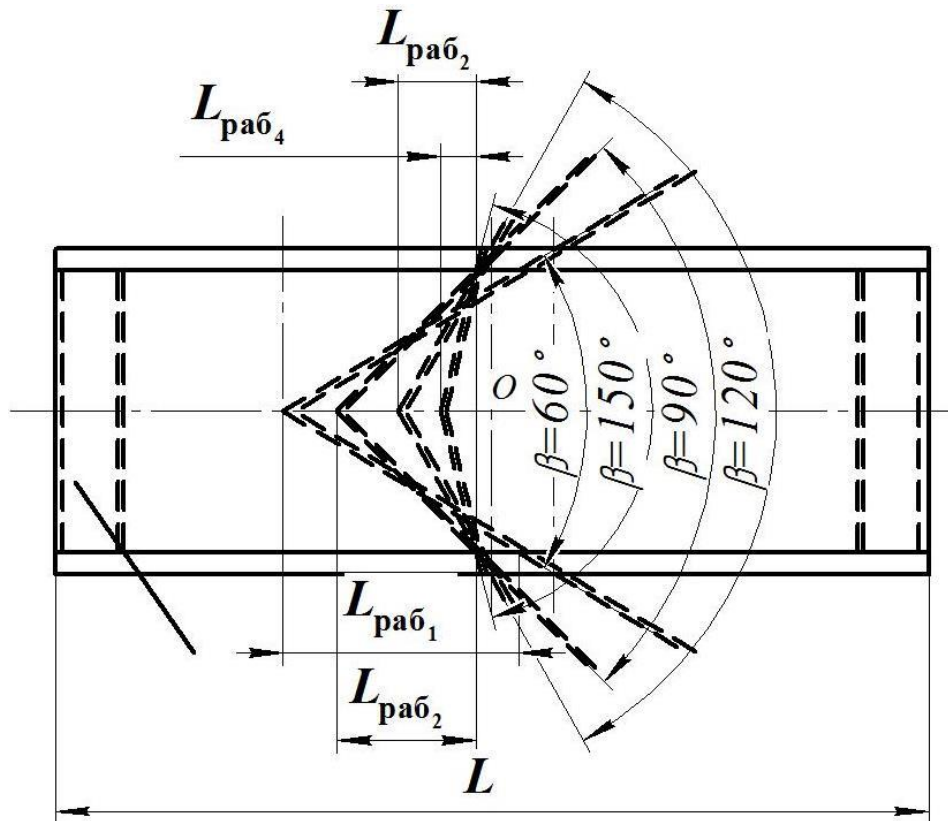


Рисунок 3.6 – Рабочая длина скребка очищающего:

L – длина клетки; $L_{\text{раб}_1}$, $L_{\text{раб}_2}$, $L_{\text{раб}_3}$, $L_{\text{раб}_4}$ – рабочие длины скребка очищающего при положениях угла $\beta=60; 90; 120$ и 150°

Следующим по значимости фактором оптимизации, согласно рекомендациям [60, 104] был принят угол наклона рабочей кромки скребка (рисунок 3.7).

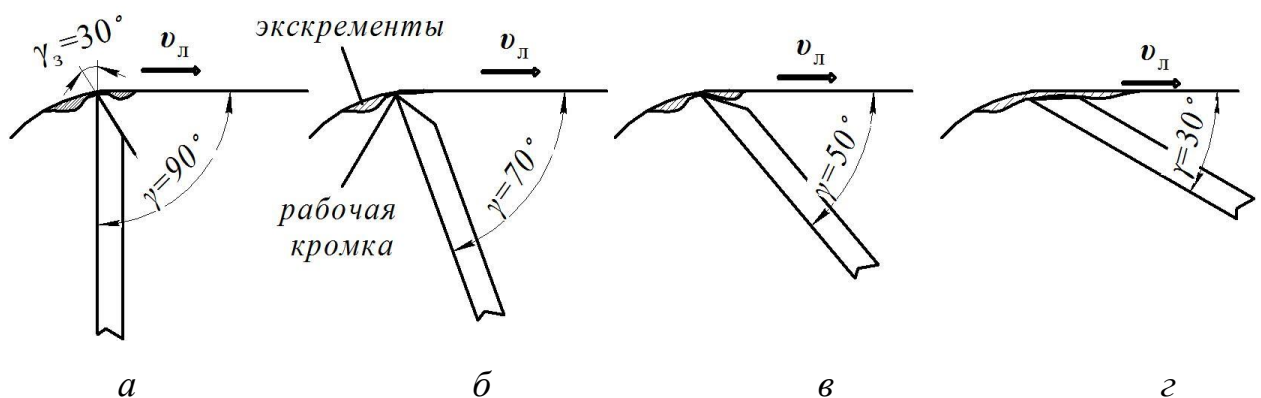


Рисунок 3.7 – Положения угла наклона рабочей кромки скребка

к плоскости подвижного пола: $v_{\text{л}}$ – направление скорости движения подвижного пола;

γ_3 – угол заточки рабочей кромки скребка

Лезвие скребка очищающего изготавливали с углом заточки γ_3 равного 30° . При выборе данного фактора было принято во внимание, что различные положения угла рабочей кромки скребка способствуют проскальзыванию части экскрементов.

Сравнительная оценка и анализ выбранных факторов оптимизации позволяют определить конструктивные и режимные параметры скребка очищающего, при которых обеспечивается наиболее качественный процесс очистки ленты.

Величина опытного образца экскрементов была выбрана из анализа литературных источников, опроса скотников и собственных наблюдений и составляла 500 г. Допустимую погрешность при наборе образца принимали ± 10 г [36, 43, 115, 116].

При проведении эксперимента планировалось рассмотреть зависимость количества остатка экскрементов на поверхности ленты после очистки скребком от трех факторов, каждый из которых задан четырьмя уровнями варьирования.

Поэтому общее количество возможных комбинаций определяется как $4 \cdot 4 \cdot 4 = 4^3 = 64$. Таким образом, при повторении измерений для одного набора факторов n_i количество замеров будет равно $64n_i$ [60].

Построение многофакторной модели производили по всем трем факторам.

Можно предположить, что значения содержания остатка экскрементов, полученные в результате эксперимента, подчиняются нормальному закону распределения, а следовательно, и правилу 3σ (вероятность того, что содержание остатка экскрементов попадет в интеграл $\bar{y} - 3\delta \leq \bar{y} + 3\delta$, равна 0,9973). Поэтому для того чтобы надежность эксперимента составила не менее $\alpha = 0,95$, каждый опыт необходимо проводить в трехкратной повторности [59, 60].

Опыты выполняли с помощью схемы рандомизированных блоков. Рандомизация опытов была проведена независимо для каждого блока

случайных чисел. Данные результатов рандомизации опытов приведены в таблице 3.1. В сравнении с другими схемами, организация опытов по схеме рандомизированных блоков позволяет уменьшить экспериментальную ошибку опытов, что повышает их эффективность [45, 51, 59].

Таблица 3.1 – Симметричный трёхфакторный эксперимент

№ варианта	$T(x_1)$, мм	$\beta(x_2)$, °	$\gamma(x_2)$, °
1	-2	-2	-2
2	-2	-1	-1
3	1	1	1
4	2	2	2
5	-2	-2	1
6	-2	-1	2
7	1	1	-1
8	2	2	-2
9	-2	-2	2
10	-2	-1	1
11	1	1	-1
12	2	2	-2
13	-2	-2	-1
14	-2	-1	1
15	1	1	-2
16	2	2	2

В процессе проведения опытов были установлены физико-механические свойства экскрементов телят возрастом до полугода: плотность, влажность, липкость к стали, липкость к резине, а также содержание остатка экскрементов телят на подвижном полу после взаимодействия со скребком очищающим

3.3 Определение значимости выбранных факторов

Перед полным факторным экспериментом (ПФЭ) был проведен однофакторный эксперимент с целью определения содержания остатка экскрементов на подвижном полу клетки от провисания подвижного пола, угла при вершине скребка и угла наклона рабочей кромки скребка. При этом один из выбранных факторов меняли в соответствии с уровнем варьирования, остальные два принимали с фиксированными значениями.

Для установления влияния величины провисания подвижного пола $T(x_1)$ с уровнями варьирования 5, 10, 15, 20 мм принимали фиксированные значения остальных двух факторов:

- угла при вершине скребка $\beta(x_2)=60^\circ$;
- угла наклона рабочей кромки скребка $\gamma(x_3)=30^\circ$.

Для определения влияния угла при вершине скребка $\beta(x_2)$ с уровнями варьирования 60, 90, 120, 150° принимали фиксированные значения остальных двух факторов:

- величины провисания $T(x_1)=5$ мм;
- угла наклона рабочей кромки скребка $\gamma(x_3)=30^\circ$.

Аналогично фиксированные значения $T(x_1)=5$ мм и $\beta(x_2)=60^\circ$ были приняты постоянными для определения влияния угла наклона рабочей кромки скребка очищающего с уровнями варьирования $\gamma(x_3)=30, 50, 70, 90^\circ$ [104].

3.4 Обоснование уровней варьирования провисания ленты подвижного пола клетки

Очевидно, что при натяжении подвижного пола клетки длиной 1,5 м под рамой будет возникать естественное провисание величиной 5 мм, уменьшение которого невозможно по причине эластичности материала подвижного пола [87]. Следует предположить, что с увеличением провисания ленты подвижного пола его контакт с рабочей кромкой скребка будет уплотняться, что в свою

очередь будет способствовать уменьшению количества остатка экскрементов на ленте подвижного пола. Поэтому минимальный уровень варьирования провисания ленты следует назначать 5 мм. Однако при достаточно большой величине провисания неизбежна пробуксовка натяжных устройств ленты вследствие недостаточного натяжения. Как показали предварительные исследования, пробуксовка ленты подвижного пола начинается при превышении провисания 22 мм. Руководствуясь этим, можно утверждать, что максимальная величина составляет 20 мм. При шаге варьирования 5 мм и четырех уровнях целесообразно назначение следующих уровней варьирования: 5; 10; 15 и 20 мм.

3.5 Обоснование назначения уровней варьирования угла при вершине скребка β и угла наклона рабочей кромки скребка к подвижному полу γ

Выбор уровней варьирования угла при вершине скребка β был обусловлен тем, что, в отличие от прямого скребка, угловой представляет собой комбинацию из двух прямых лезвий, расположенных под углом β друг к другу. Можно предположить, что в процессе очистки ленты подвижного пола количество экскрементов будет разделено угловым скребком на две части – большую и малую, каждая из которых будет взаимодействовать с прямым лезвием скребком. Однако это возможно в случае, когда экскременты будут находиться по центру ленты, что маловероятно.

Целесообразно при проведении эксперимента определить степень влияния угла при вершине скребка β на содержание экскрементов на ленте подвижного пола. Очевидно, что уменьшение угла β приведет к удлинению клетки, что нежелательно. Минимальный угол при вершине скребка, при котором клетка не выходит за габаритные размеры стойл, а следовательно, не требует дополнительной компоновки помещения телятника, будет являться угол 60° . Максимальный, наиболее приближенный к прямой линии – 150° . При этом сохраняется шаг варьирования между углами 30° .

Поэтому назначаем четыре уровня варьирования угла при вершине скребка очищающего β : 150; 120; 90 и 60° (рисунок 3.8) [104].

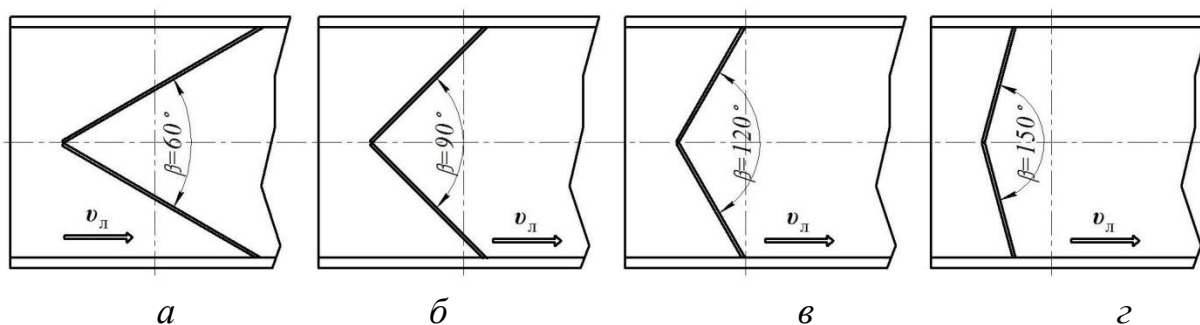


Рисунок 3.8 – Положение угла раструба β углового скребка при проведении эксперимента: а) при $\beta = 150^\circ$; б) при $\beta = 120^\circ$; в) при $\beta = 90^\circ$; з) при $\beta = 60^\circ$

При выборе уровней варьирования угла наклона рабочей кромки скребка к поверхности ленты подвижного пола исходили из анализа литературных источников и обзора конструкций рабочих органов, взаимодействующих с подобным материалом – навозом, почвой, песком.

Однако специфика технологического процесса очистки ленты подвижного пола скребком не позволяет дать точное значение исследуемого параметра. В зависимости от варьирования провисания ленты подвижного пола и угла при вершине скребка он может изменяться с учетом угла заточки рабочей кромки β_3 равного 30°.

Поэтому для исследований были назначены четыре уровня варьирования: 30; 50; 70 и 90°, при которых технологический процесс очистки ленты подвижного пола возможен.

3.6 Экспериментальная установка

Программа лабораторных исследований процесса очистки ленты подвижного пола скребком очищающим была реализована на базе экспериментальной установки (рисунок 3.9), которая по своему конструктивному исполнению отображает подвижный пол клетки для содержания телят, оснащенный скребком очищающим [68, 108].

Установка состоит из основания *1*, на котором посредством болтовых соединений смонтированы стойки для установки клетки *2* и *3*. На основании *1* при помощи стоек *2* и *4* установлена прямоугольная рама *5* с направляющими *6* для подвижного пола *7*, привод которого осуществляется посредством электродвигателя *8* через ведущий шкив *9* ременной передачи *10* и ведомый шкив *11*.

Установка оборудована рамкой *12* экспериментального образца скребка очищающего *16*, закрепленного на раме *5* при помощи шпилек *13*.

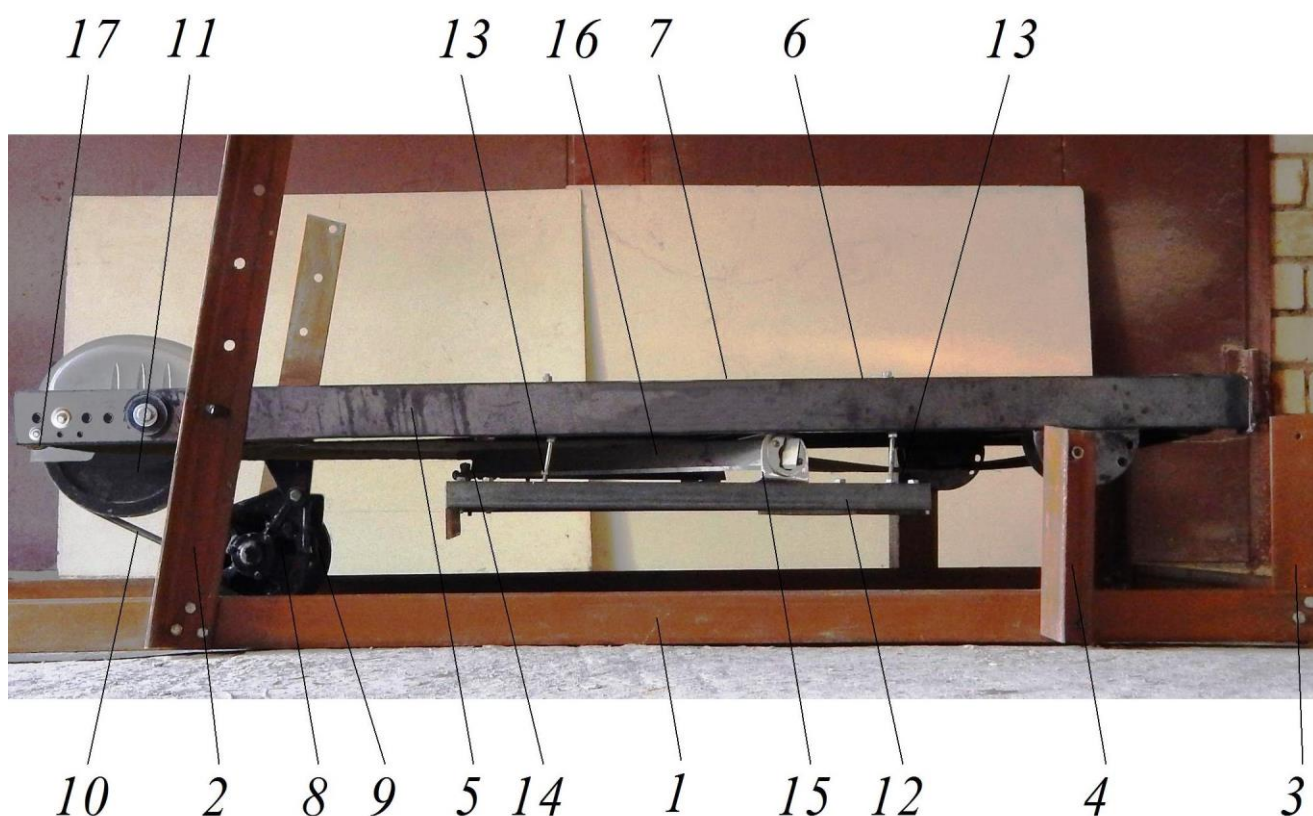


Рисунок 3.9 – Экспериментальная установка: *1* – основание; *2, 3, 4* – стойки; *5* – рама; *6* – направляющие; *7* – лента подвижного пола; *8* – электродвигатель; *9* – ведущий шкив; *10* – ременная передача; *11* – ведомый шкив; *12* – рамка; *13* – шпильки; *14, 15* – регулировочные кронштейны; *16* – скребок очищающий; *17* – регулировочный ролик

На рамке посредством регулировочных кронштейнов *14* и *15* установлен скребок очищающий *16*. Таким образом, очистка ленты от экскрементов телят происходит после прохождения загрязненных участков пола по рабочей кромке скребка.

Движение подвижного пола осуществляется через два натяжных ролика, установленных в торцевых частях рамы (на рисунке не показаны), и регулировочный ролик 17. Причем один натяжной ролик сопряжен с ведомым шкивом ременной передачи 10, установлен неподвижно относительно рамы 5 и является ведущим.

Регулировку провисания ленты в соответствии с заданными величинами выполняли перестановкой оси натяжного ролика 1 в регулировочные отверстия 2, каждое из которых соответствовало провисанию ленты 10, 15 и 20 мм (рисунок 3.10). Ось представляла собой шпильку, которую фиксировали посредством шайбы 3 и гайки 4. Для обеспечения охвата подвижного пола с поверхностью натяжного ролика использовали прижимной ролик 5 с осью 6, положение которой меняли в соответствии с перестановкой оси натяжного ролика посредством регулировочных отверстий 7, шайбы 8 и гайки 9.

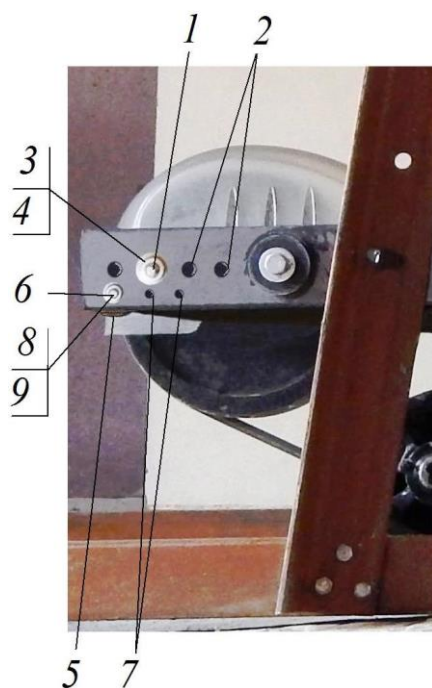


Рисунок 3.10 – Регулировка провисания подвижного пола:

1 – ось натяжного ролика; 2, 7 – регулировочные отверстия;

3, 8 – шайба; 4, 9 – гайка; 5 – прижимной ролик

Для измерений использовали стандартное измерительное оборудование и инструменты (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Приборы и инструменты для проведения лабораторных опытов

Оборудование	ГОСТ	Допустимые отклонения
Линейка измерительная 1000 мм	427–75	$\pm 0,025$ мм
Рулетка измерительная 10101 «Велюр» 3 м с 2 фиксаторами	7502–98	$\pm 0,15$ мм
Штангенциркуль (тип ШЦ–I–125)	166–89	$\pm 0,05$ мм
Угломер-транспортер 0–180° (тип 4 4УМ) с нониусом, цена деления 10 мин	5378–88	–
Угольник поверочный 90° слесарный с широким основанием	3749–77	–
Влагомер Wile 55	–	$\pm 0,5$ %
Весы технические электронные фасовочные DIGI DS-708-6	29329–92	Класс точности III

С учетом того, что значительная часть экскрементов под силой собственной тяжести будет спадать с ленты подвижного пола в месте контакта с регулировочным роликом, то очистке будет подвергаться остаток экскрементов, не отошедших от поверхности пола и прошедших между регулировочным и прижимным роликами. С учетом того, что количество экскрементов может составлять от 500 до 200 г в зависимости от возраста теленка, предположим, что максимальное количество остатка на ленте составит 500 г. Поэтому при проведении каждой повторности опыта примем единую

массу остатка экскрементов равной 500 г. Остаток экскрементов укладывали в пластиковую чашку, взвешивали на весах.

После взвешивания остаток укладывали на ленту. Привод подвижного пола осуществляли посредством блока управления (рисунок 3.11) [13]. Постоянное напряжение 12,5–15 В через выпрямитель 1 подавали на ротор, другое напряжение – 220 В – подавали на лабораторный трансформатор для изменения напряжения (ЛАТР) 2, а через него на выпрямитель 3 для питания обмотки возбуждения для регулировки скорости двигателя [13]. В качестве двигателя подвижного пола использовали генератор Г12 а/м ГАЗ-24, который может работать как в режиме генератора, так и в режиме двигателя. ЛАТР – лабораторный трансформатор для изменения напряжения, подаваемого на вход выпрямителя 3. С его помощью изменяли выпрямленное напряжение, подаваемое на обмотку двигателя (генератора). Таким образом, выпрямитель 1 и ЛАТР 2 с выпрямителем 3 являлись двумя независимыми источниками питания.

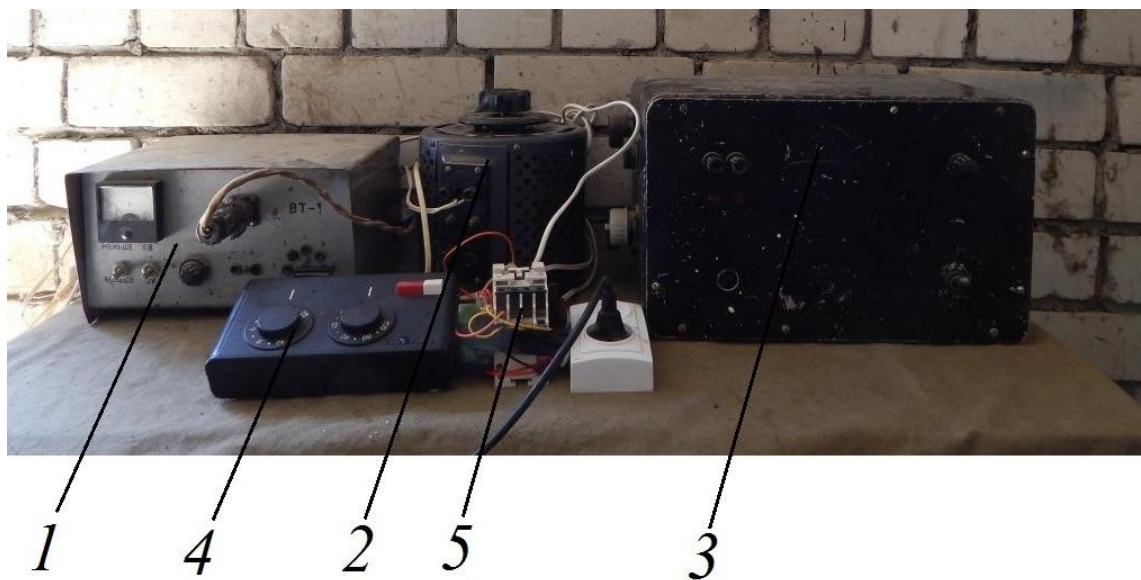


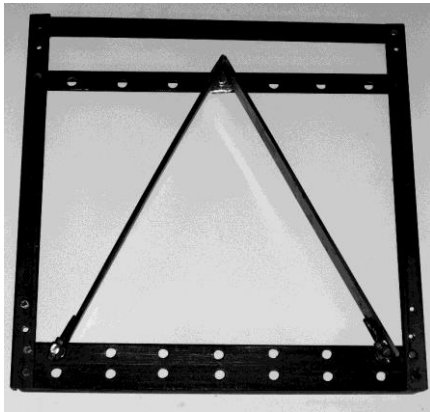
Рисунок 3.11 – Блок управления экспериментальной установки:
1 – выпрямитель; 2 – ЛАТР; 3 – выпрямитель; 4 – реле времени; 5 – контактор

Для задания интервалов включения аппаратуры использовали реле времени 4. Через него задавали время включения подвижного пола. Реле

времени 4 управляло работой контактора 5, который включал-выключал исполнительный элемент, двигатель подвижного пола.

Применение генератора автомобиля ГАЗ-21 было обусловлено использованием его в качестве двигателя экспериментальной установки с возможностью изменения числа оборотов, что позволяло выставить нужную скорость движения подвижного пола 1 м/с.

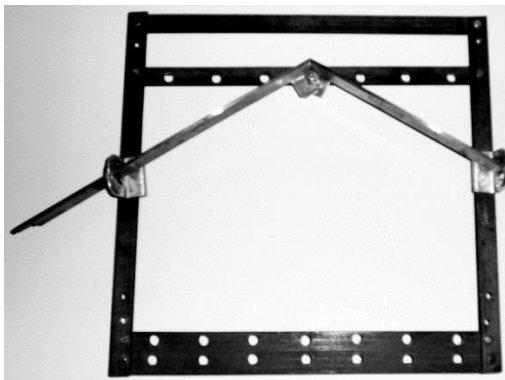
Для проведения экспериментальных опытов изготавливали экспериментальный образец скребка очищающего с возможностью изменения угла при вершине скребка β и угла наклона рабочей кромки скребка γ (рисунок 3.12) [104].



а



б



в



г

Рисунок 3.12 – Опытные образцы скребков очищающих:
при углах при вершине скребка: а) $\beta = 60^\circ$; б) $\beta = 90^\circ$; в) $\beta = 120^\circ$; г) $\beta = 150^\circ$

Опытный образец скребка состоял из рамки 1, включающую в себя основание 2, сопряженное с направляющими 3 посредством отверстий 4 и болтовых соединений 5, и лезвий 6 и 7 (рисунок 3.13). Таким образом, рамка представляла собой упругую фиксированную конструкцию. На лезвия 6 и 7 устанавливали регулировочные элементы 8, которые закрепляли в отверстия 9 и 10 на основании 1. Регулировочные элементы 11 закрепляли на лезвиях 6 и 7 и устанавливали на направляющих 3.

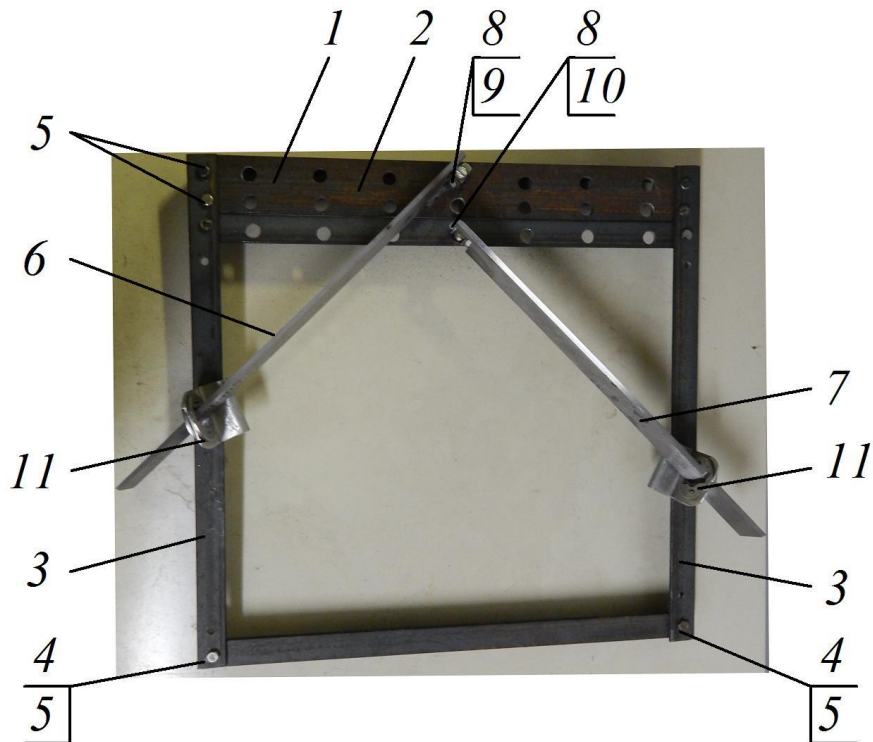


Рисунок 3.13 – Рамка скребка: 1 – рамка; 2 – основание; 3 – направляющие; 4 – отверстия; 5 – болтовое соединение; 6, 7 – лезвия; 8 – регулировочные кронштейны; 9, 10 – отверстия; 11 – регулировочные кронштейны

Установку заданного значения угла при вершине скребка β осуществляли посредством установки регулировочных кронштейнов 8 в отверстия 9 и 10 и кронштейнов 11 на направляющих 4. Изменением отверстий 2 и 6 достигали различный угол при вершине скребка β .

Лезвия экспериментального скребка с их обратной стороны имели вырез 1 для шпилек 2, жестко закрепленных на лезвиях (рисунок 3.14). Шпильки 2 оснащали шайбами 3 и гайками 4.

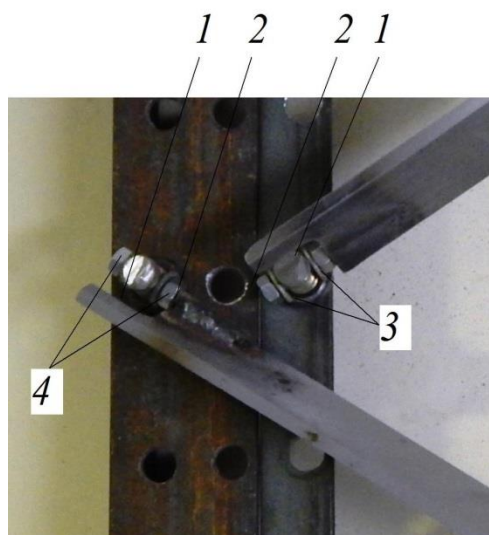


Рисунок 3.14 – Крепление лезвий к рамке: 1 – вырезы; 2 – шпильки;
3 – шайбы; 4 – гайки

Регулировочный кронштейн 8 (см. рисунок 3.13) представлял собой болт 1 с поперечным отверстием для шпильки 2 лезвия скребка (рисунок 3.15). Болт крепился к основанию 3 рамки скребка посредством двух прижимных гаек 4, установленных с внешней и внутренней сторон основания рамки. Нужный угол наклона рабочей кромки скребка к поверхности ленты γ выставляли поворотом лезвия и шпильки 2 в отверстии болта 1, после чего лезвие фиксировали при помощи шайб 5 и гаек 6 шпильки 2.

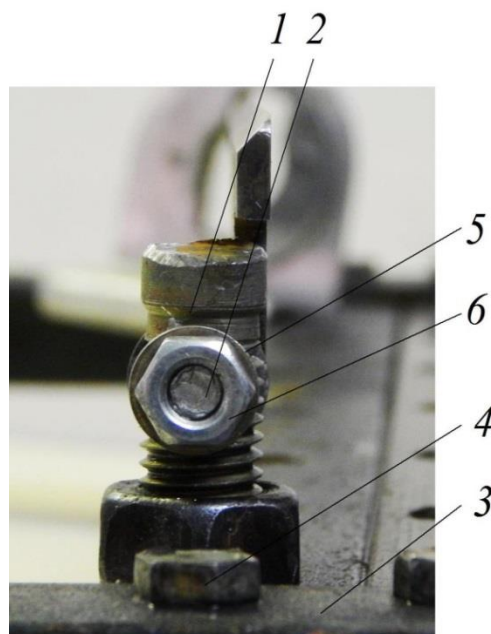


Рисунок 3.15 – Регулировочный кронштейн: 1 – болт; 2 – шпилька;
3 – основание рамки; 4 – прижимная гайка; 5 – шайба; 6 – гайка

Регулируемый кронштейн *11* (см. рисунок 3.13) представлял собой неподвижный кронштейн *1* с поворотной шайбой *2* внутри его с пазом *3*, который фиксировали неподвижно в зависимости от выставленного угла наклона рабочей кромки скребка к плоскости ленты подвижного пола γ (рисунок 3.16). Фиксацию неподвижного кронштейна *1* относительно направляющих *4* осуществляли за счет сил трения посредством зажимов *5*.

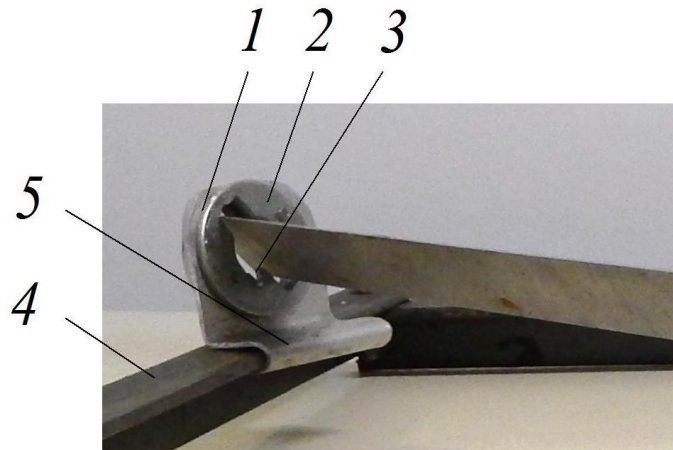


Рисунок 3.16 – Регулируемый кронштейн:
1 – неподвижный кронштейн; *2* – поворотная шайба; *3* – паз;
4 – направляющие; *5* – зажимы

Экспериментальные опыты проводили в следующей последовательности. Опытный образец с высоты, соответствующей выходу экскрементов теленка возраста от 3 до 120 дней, наносили на поверхность транспортерной ленты. Согласно проведенным исследованиям, приведенная высота составляет 1 м 40 см.

Высоту выхода экскрементов от теленка определяли путем замера отверстия выхода экскрементов до подвижного пола клетки. С учетом предназначения клетки для различных возрастных групп телят исследования были выполнены для самой возрастной группы – 90–120 дней.

После этого запускали экспериментальную установку, подвижный пол. Большая часть экскрементов под действием центробежной силы, возникающей от скорости движения ленты, сбрасывалась в навозоуборочный канал. На ленте

оставался остаток экскрементов, который впоследствии очищался опытным образцом скребка очищающего.

Также для определения влияния угла наклона рабочей кромки скребка γ на содержание остатка экскрементов на поверхности ленты использовали четыре угловых положения скребка относительно плоскости ленты. Каждое положение подразумевало наклон угла рабочей кромки скребка к плоскости ленты 30; 50; 70; 90° (рисунок 3.17).

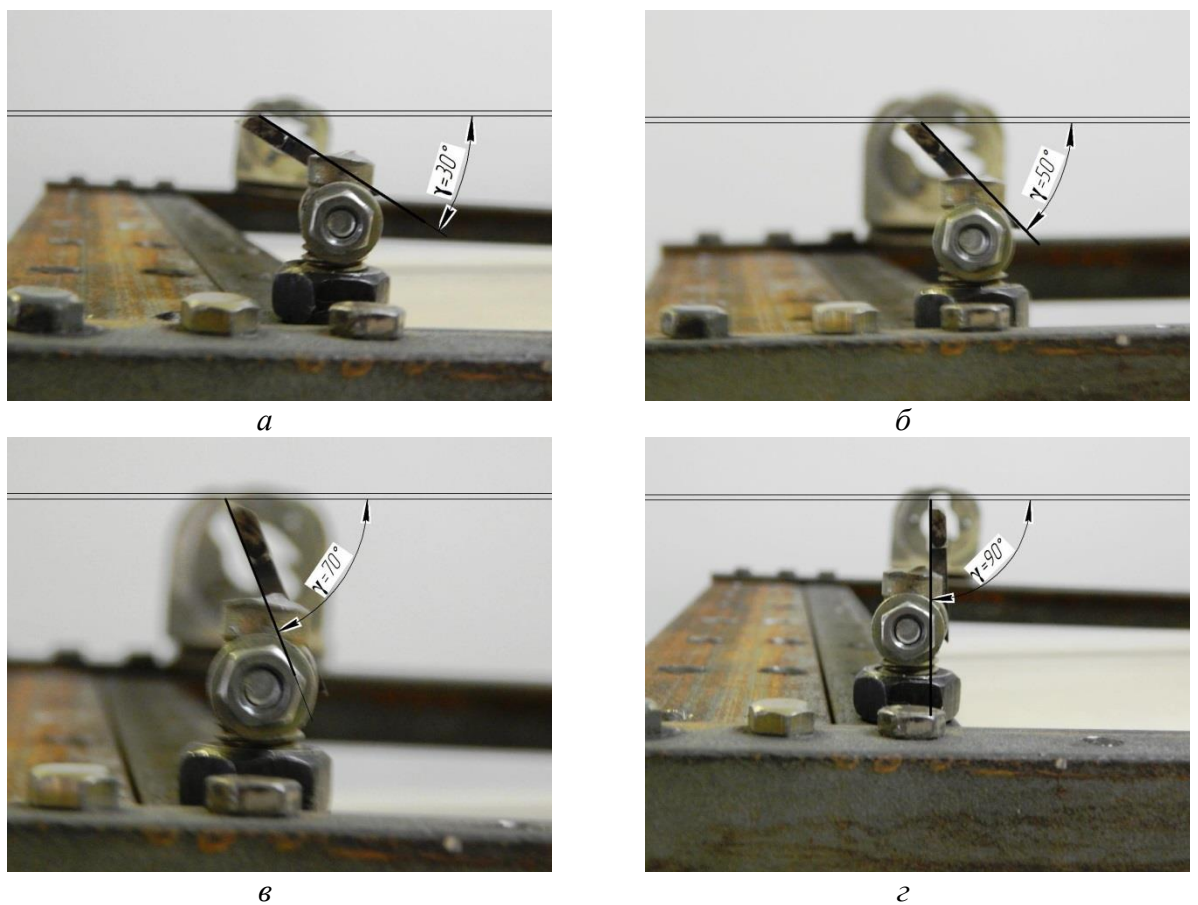


Рисунок 3.17 – Угол наклона рабочей кромки скребка γ к поверхности ленты:
 а) $\gamma = 30^\circ$; б) $\gamma = 50^\circ$; в) $\gamma = 70^\circ$; г) $\gamma = 90^\circ$

Руководствуясь ранее проведенными исследованиями по теории резания, целесообразно назначить четыре уровня варьирования угла наклона рабочей кромки скребка относительно плоскости ленты с учетом того, что в нашем случае не происходит резания, а осуществляется ее очистка.

Следует учесть, что угол заточки рабочей кромки скребка равен 30° . Поэтому при угле $\gamma = 30^\circ$ произойдет соприкосновение заточенной кромки скребка с поверхностью ленты. Тогда, предположительно, качество очистки ленты будет значительно снижено, поскольку взаимодействие ленты со скребком осуществляется не линией, а плоскостью. В этом случае значительна вероятность возникновения зазора между плоскостью рабочей кромки и поверхностью ленты.

3.7 Методика обработки и корреляционный анализ опытных данных, выбор полинома, описывающего процесс очистки

Для каждого рода выполненных наблюдений определяли выборочное среднее по формуле [45]:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad (3.1)$$

где i – число наблюдений, $i = 1 \dots n$ [7, 45, 94, 104]; y_i – крайний (наибольший или наименьший) элемент выборки.

Выборочное среднеквадратичное отклонение:

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}. \quad (3.2)$$

Коэффициент вариации [45]:

$$v = \frac{\bar{s}}{\bar{y}} \cdot 100 \%. \quad (3.3)$$

Методом вычисления максимального относительного отклонения опытных данных производили отсев грубых погрешностей согласно

$$\frac{|y_i - \bar{y}|}{\bar{s}} \leq \tau_{1-p}, \quad (3.4)$$

где τ_{1-p} – табличное значение статистики τ_1 , вычисленной при доверительной вероятности $q = 1-p$.

На следующем этапе обработки результатов экспериментальных опытов вычисляли функцию отклика:

$$y = f(x_1; x_2; x_3), \quad (3.5)$$

где y – критерий оптимизации (функция отклика); $(x_1; x_2; x_3)$ – независимые переменные (факторы).

Для проверки тесноты связи между величинами проводили корреляционный анализ, в результате которого определяли коэффициенты тесноты связи между функцией отклика и фактором [7, 8, 45]:

$$r_{yx_j} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} y_i) - \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij} \sum_{i=1}^n y_i}{n}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_{ij} \right)^2}{n} \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n} \right)}}, \quad (3.6)$$

где x_j – факторы ($j = \overline{1...3}$).

Коэффициент, показывающий парную тесноту связи между факторами x_j , рассчитывали по формуле

$$r_{x_k x_j} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} x_{ik}) - \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij} \sum_{i=1}^n x_{ik}}{n}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n x_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_{ij} \right)^2}{n} \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n x_{ik}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_{ik} \right)^2}{n} \right)}}}. \quad (3.7)$$

Для определения влияния факторов на отклик был выбран полином следующего вида:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^3 b_j x_j + \sum_{j=1}^3 b_{jj} x_j^2 + \sum_{\substack{j,k=1 \\ j \neq k}}^3 b_{jk} x_j x_k . \quad (3.8)$$

В соответствии с задачами и теоретическими разработками лабораторные опыты предусматривали исследование влияния конструктивных и режимных параметров скребка на содержание остатка экскрементов на транспортной ленте.

Учитывая значительное влияние каждого фактора на выбранный критерий, многофакторную модель эксперимента построили для трёх факторов:

- величина провисания подвижного пола относительно горизонтали его поверхности $T(x_1)$;
- угол при вершине скребка $\beta(x_2)$;
- угол наклона рабочей кромки скребка к плоскости поверхности подвижного пола $\gamma(x_3)$.

Исследовав работу очистного устройства клетки для содержания телят согласно матрице проведения эксперимента проверили однородность дисперсий опытов с помощью критерия Кохрена [45, 60]:

$$G = \frac{\sigma_{i \max}^2}{\sum_1^n \sigma_i^2}, \quad (3.9)$$

где σ_i^2 – дисперсия результатов параллельных опытов, $\sigma_i^2 = \frac{\sum_1^{m_n} (y_i - \bar{y})^2}{m_n - 1}$; m_n – число повторений одного опыта, $m_n = 3$; n – количество опытов, $n = 16$.

Для определения влияния факторов на отклик был выбран полином следующего вида [8, 45]:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^3 b_j x_j + \sum_{j=1}^3 b_{jj} x_j^2 + \sum_{k=1}^3 b_{kkk} x_k^3. \quad (3.10)$$

Коэффициенты данного полинома определяли по методу наименьших квадратов в среде Excel.

3.8 Выводы

3.1. Выбраны критерий и факторы оптимизации для проведения экспериментальных исследований по определению содержания остатка экскрементов на ленте подвижного пола клетки для содержания телят.

3.2. Разработаны методики по проведению лабораторных опытов по определению физико-механических свойств экскрементов телят возрастом от 3 до 120 дней и экспериментальных исследований по определению остатка экскрементов на ленте подвижного пола клетки для содержания телят.

3.3. Выбрано оборудование для определения физико-механических свойств экскрементов телят возрастом от 3 до 365 дней, создана экспериментальная установка для проведения исследований по определению содержания остатка экскрементов на ленте подвижного пола.

3.4. Разработаны методики по обработке полученных опытных данных.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Результаты исследования физико-механических свойств экскрементов телят

Исследование физико-механических свойств навоза и экскрементов животных обусловлены разработкой инновационных технических средств для содержания, транспортировки и очистки мест их содержания.

Определением физико-механических свойств навоза и экскрементов животных занимались многие ученые: В.Н. Алексеев, Е.Е. Демин, В.П. Гриднев, Х.Х. Губейдуллин, Ю.В. Гурьянова, Ю.А. Киров, В.А. Мухин, А.А. Овчинников, П.И. Павлов, Л.К. Садовская, В.Я. Спевак, И.К. Текучев, Н.А. Терентьев, Ю.В. Фаткудинова, В.Д. Хмыров, И.И. Шигапов и др.

Следует предположить, что при разработке клетки для содержания телят с устройством для очистки экскрементов необходимо исследовать физико-механические свойства экскрементов телят. Экскременты телят могут существенно отличаться от экскрементов взрослых животных [2, 9, 30, 35, 37]. Это обусловлено разным рационом питания и периодичностью кормления [30, 38, 46, 61, 105, 115].

Известно, рацион питания телят меняется в зависимости от возраста, массы и физического состояния теленка. Так, по мере роста теленка в его рацион стремятся добавлять больше клетчатки и белка [1, 61]. Соответственно, происходит изменение и в структуре экскрементов теленка. Меняется плотность, влажность, липкость, что влияет на качество и трудоемкость очистки места его содержания [23].

В нашем случае, теленок испражняется на подвижный пол клетки, очистка которого осуществляется скребком очищающим.

Поэтому целесообразно исследовать физико-механические свойства экскрементов телят, и их влияние на процесс очистки подвижного пола скребком очищающим.

Для обоснования конструкции скребка целесообразно исследовать: плотность, влажность и липкость экскрементов к стали и к резине (приложение Д).

В процессе исследований физико-механических свойств экскрементов телят, проведенных по методике, изложенной в подразделе 4.1, были определены значения влажности W ; плотности ρ ; липкости σ , которые приведены в таблице 4.1 и оформлены в виде графических зависимостей (рисунки 4.1–4.3).

Таблица 4.1 – Физико-механические свойства экскрементов телят в возрасте до 1 года

Возрастные группы телят	Плотность ρ , кг/м ³	Влажность W , %	Липкость к резине σ_r , кПа	Липкость к стали $\sigma_{ст}$, кПа
3...120	930 – 960	85 – 86	4,00 – 3,85	2,55 – 2,35
120...240	940 – 970	84 – 85	4,20 – 4,00	2,72 – 2,55
240...360	1060 – 1080	83 – 84	4,20 – 4,28	2,72 – 2,80

Полученные данные плотности, влажности, липкости экскрементов к резине и к стали округляли до 0,4 в сторону ближайшего значения (приложение Д).

Из анализа графической зависимости следует, что с возрастом плотность экскрементов телят уменьшается (рисунок 4.1). Так, до 4-месячного возраста плотность экскрементов минимальна и составляет 930–960 кг/м³. В самой возрастной выбранной группе (от 8 месяцев до 1 года) плотность максимальна и составляет 1060–1080 кг/м³. Это можно объяснить изменением рациона кормления телят и возрастными изменениями в желудочно-кишечном тракте.

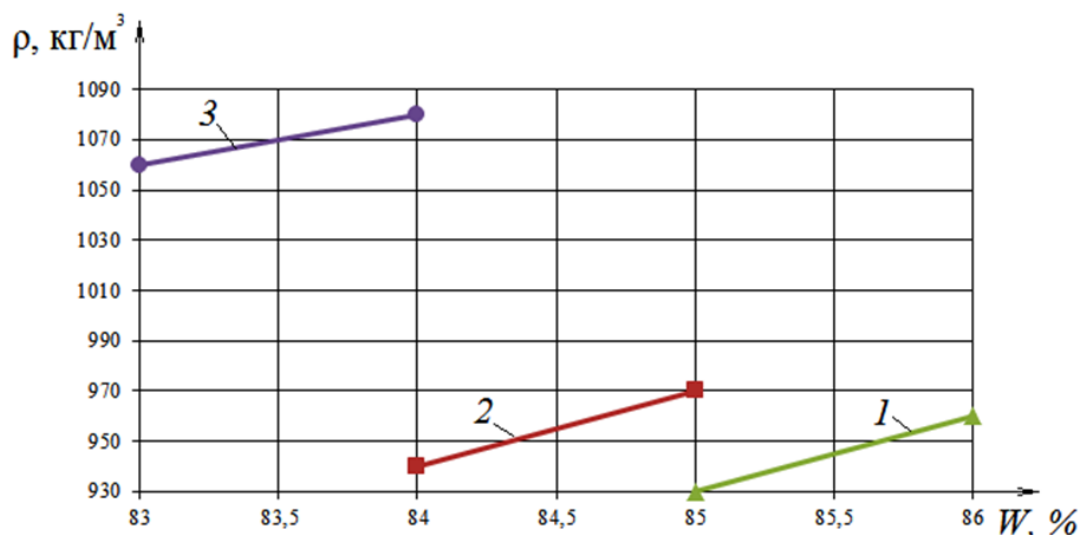


Рисунок 4.1 – Зависимость плотности экскрементов ρ от влажности W :
 1 – группа телят возрастом от 3 до 120 дней; 2 – группа телят возрастом от 120 до 240 дней; 3 – группа телят возрастом от 240 до 360 дней

Также зависимости показывают, что с увеличением плотности возрастает влажность экскрементов, что можно объяснить постепенным добавлением в рацион питания телят клетчатки [61, 101, 110].

Как показывают графические зависимости (рисунок 4.2), с увеличением влажности липкость экскрементов к стали меняется неоднородно и зависит от возрастной группы телят.

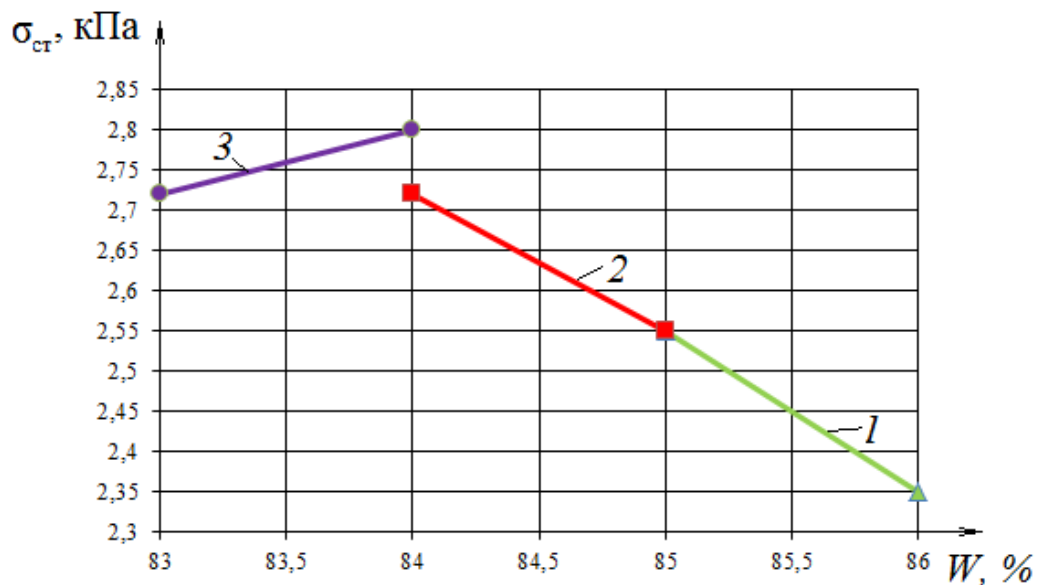


Рисунок 4.2 – Влияние влажности W на липкость к стали $\sigma_{ст}$ экскрементов:
 1 – группа телят возрастом от 3 до 120 дней; 2 – группа телят возрастом от 120 до 240 дней; 3 – группа телят возрастом от 240 до 360 дней

Так, для телят возрастной группы 1 при 85 %-й влажности липкость к стали составляет 2,55 кПа, с увеличением влажности до 86 % липкость снижается до 2,35 кПа. Для возрастной группы 2 при влажности 85 % липкость к стали составляет 2,55 кПа. Однако с уменьшением влажности до 84 % липкость возрастает до 2,72 кПа. Для возрастной группы 3, наоборот, с увеличением влажности липкость возрастает. При влажности 83 % липкость составляет 2,72 кПа, при увеличении влажности до 84 % липкость возрастает и составляет 2,8 кПа.

Схожая динамика наблюдается и при влиянии влажности экскрементов на липкость к резине (рисунок 4.3). В этом случае в возрастных группах телят 1 и 2 с увеличением влажности липкость снижается. Так, в возрастной группе 2 при влажности экскрементов 84 % липкость к резине составляет 4,2 кПа, с увеличением влажности до 85 % липкость снижается до 4,0 кПа. В возрастной группе 1 при влажности экскрементов 85 % липкость составляет 4,0 кПа и снижается до 3,85 кПа при увеличении влажности до 86 %. При достижении телятами возраста 240 дней с увеличением влажности, наблюдается возрастание липкости к резине. Так, при влажности 83 % липкость экскрементов к резине составляет 4,2 и 4,28 кПа при влажности 84 %.

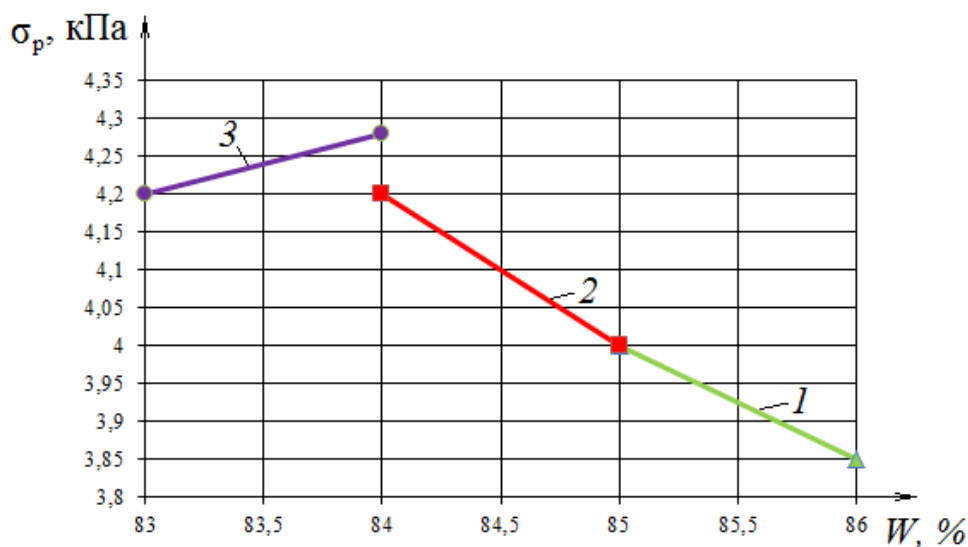


Рисунок 4.3 – Влияние влажности W на липкость σ_p экскрементов к резине:

1 – группа телят возрастом от 3 до 120 дней; 2 – группа телят возрастом от 120 до 240 дней; 3 – группа телят возрастом от 240 до 360 дней

4.3 Влияние конструктивных параметров подвижного пола и скребка очищающего на количество остатка экскрементов на ленте

В соответствии с поставленными задачами и теоретическими разработками лабораторные опыты предусматривали исследование влияния конструктивных и режимных параметров скребка очищающего на содержание остатка экскрементов на ленте подвижного пола (приложение Е). Содержание остатка экскрементов на ленте подвижного пола после прохождения ее через скребок очищающий определяли в процентно-весовом отношении к общей массе подаваемых на подвижный пол экскрементов (рисунок 4.4).



Рисунок 4.4 – Остаток экскрементов телят на подвижном полу

Экспериментальные графические зависимости (рисунок 4.5) содержания остатка экскрементов на подвижном полу построены по следующим уравнениям:

- при угле при вершине скребка $\beta=150^\circ$

$$y = 3,025x^2 - 16,295x + 29,125, \quad \% \quad (4.1)$$

- при угле при вершине скребка $\beta=120^\circ$

$$y = 1,75x^2 - 8,49x + 16,2, \quad \% \quad (4.2)$$

- при угле при вершине скребка $\beta=90^\circ$

$$y = 1,925x^2 - 8,155x + 12,525, \quad \% \quad (4.3)$$

- при угле при вершине скребка $\beta=60^\circ$

$$y = 1,525x^2 - 7,115x + 14,525, \% \quad (4.4)$$

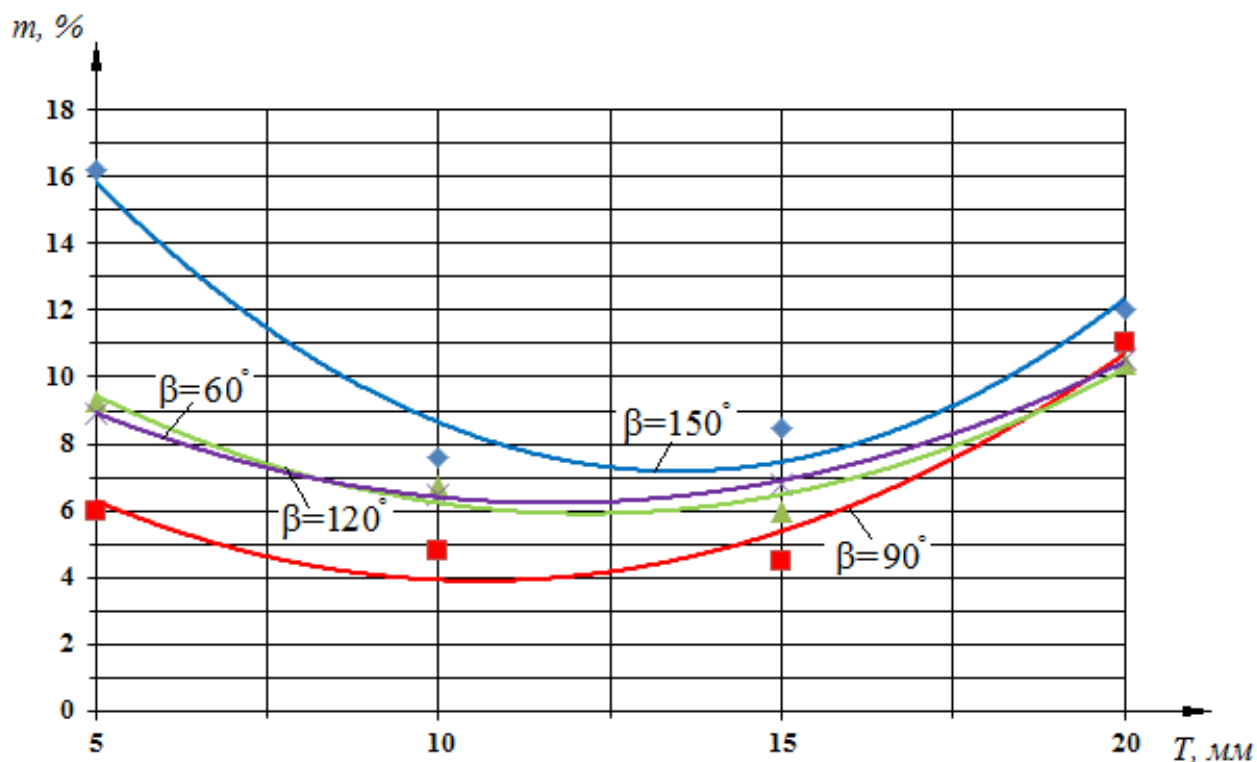


Рисунок 4.5 – Экспериментальные зависимости количества остатка экскрементов телят на подвижном полу m , %, от угла при вершине скребка β° и провисания T , мм, при угле рабочей кромки скребка $\gamma=30^\circ$

Из анализа экспериментальных зависимостей следует, что максимальное количество остатка экскрементов на ленте подвижного пола $m=16,2$ % наблюдается при угле при вершине скребка $\beta=150^\circ$ и провисании $T=5$ мм. Это объяснимо тем, что усилие, образуемое провисанием ленты, стремится приподнять ее над рабочей кромкой скребка и образовать зазор между ними, что в свою очередь приводит к проскальзыванию ленты по рабочей кромке скребка вместе с частью экскрементов.

При этом же угле, при увеличении провисания T до 10 мм количество экскрементов m снижается до 7,6 %, и возрастает при увеличении провисания. Так, при $T=15$ мм количество остатка m составляет 8,5 %, при $T=20$ мм – 12 % (приложение Е).

Очевидно, что с увеличением провисания T , усилие, возникающее от него также, возрастает и преодолевая распределенную нагрузку ленты подвижного

пола на рабочую кромку скребка, приподнимает ленту подвижного пола с образованием зазора.

С уменьшением угла β до 120° также наблюдается снижение количества остатка:

- при $T=5$ мм $m=9,3$ %;
- при $T=10$ мм $m=6,7$ %
- при $T=15$ мм $m=6,0$ %;
- при $T=20$ мм $m=10,4$ %.

Что объяснимо тем, что с увеличением угла при вершине скребка β увеличивается длина контакта рабочей кромки скребка с поверхностью подвижного пола. Часть скребка, взаимодействующая с экскрементами с увеличением величины β , становится длиннее, что определяет остаток экскрементов. Однако при этом уменьшается удельная нагрузка на рабочую кромку скребка от ленты подвижного пола, вследствие чего возникает ее подъем с образованием зазора.

Из зависимости количества остатка экскрементов от угла при вершине $\beta=120^\circ$ можно сделать вывод, что в этом случае усилие от провисания ленты подвижного пола влияет незначительно. В противном случае, количество остатка экскрементов при $\beta=120^\circ$ превышало бы их содержание при $\beta=150^\circ$.

При уменьшении угла β до 90° остаток на подвижном полу минимален при всех значениях провисания T :

- при $T=5$ мм $m=6,0$ %;
- при $T=10$ мм $m=4,8$ %
- при $T=15$ мм $m=4,5$ %;
- при $T=20$ мм $m=11$ %.

Можно сделать вывод, что при $\beta=90^\circ$ длина рабочей кромки скребка с поверхностью ленты подвижного пола оптимальна. Причем, минимальное содержание экскрементов отмечается при провисании $T=10$ мм. То есть усилия, возникающего от провисания ленты подвижного пола, недостаточно для

приподнимания ее над рабочей кромкой скребка и образования зазора. С увеличением T до 15 и 20 мм содержание остатка возрастает до 4,8 и 4,5 % соответственно, что подтверждает предпосылки об увеличении усилия от провисания ленты подвижного пола и, как следствие, образовании зазора.

При провисании $T=5$ мм содержание остатка экскрементов на ленте увеличивается и составляет 6,0 %. В этом случае провисания $T=5$ мм недостаточно для устойчивого взаимодействия ленты подвижного пола с рабочей кромкой скребка. В результате этого при движении ленты происходит ее подъем над рабочей кромкой скребка.

Увеличение содержания остатка экскрементов наблюдается с уменьшением угла при вершине скребка β до 60° . Максимальное количество остатка экскрементов наблюдается при провисании $T=20$ мм и составляет 10,5 %. С уменьшением провисания T до 15 мм остаток экскрементов также снижается до 6,8 %. При провисании $T=10$ мм наблюдается минимальный остаток $m=6,5$ %. С уменьшением провисания до 5 мм происходит увеличение остатка m до 8,9 %.

Уменьшение угла при вершине скребка β геометрически ведет к увеличению линии контакта рабочей кромки скребка с поверхностью ленты, что должно способствовать снижению содержания остатка экскрементов. Однако в этом случае удельная нагрузка от ленты подвижного пола на рабочую кромку скребка также уменьшается, что дает возможность усилию, возникающему от провисания ленты подвижного пола, приподнимать ее над рабочей кромкой скребка, образуя зазор.

Экспериментальные графические зависимости (рисунок 4.6) содержания остатка экскрементов на подвижном полу построены по следующим уравнениям:

- при угле при вершине скребка $\beta=150^\circ$:

$$y = 2,1x^2 - 10,22x + 16,35, \quad \% \quad (4.5)$$

- при угле при вершине скребка $\beta=120^\circ$:

$$y = 1,65x^2 - 8,25x + 14,1, \quad \% \quad (4.6)$$

- при угле при вершине скребка $\beta=90^\circ$:

$$y = 1,1x^2 - 4,68x - 7,2, \quad \% \quad (4.7)$$

- при угле при вершине скребка $\beta=60^\circ$:

$$y = 1,15x^2 - 5,15x + 9,2, \quad \% \quad (4.8)$$

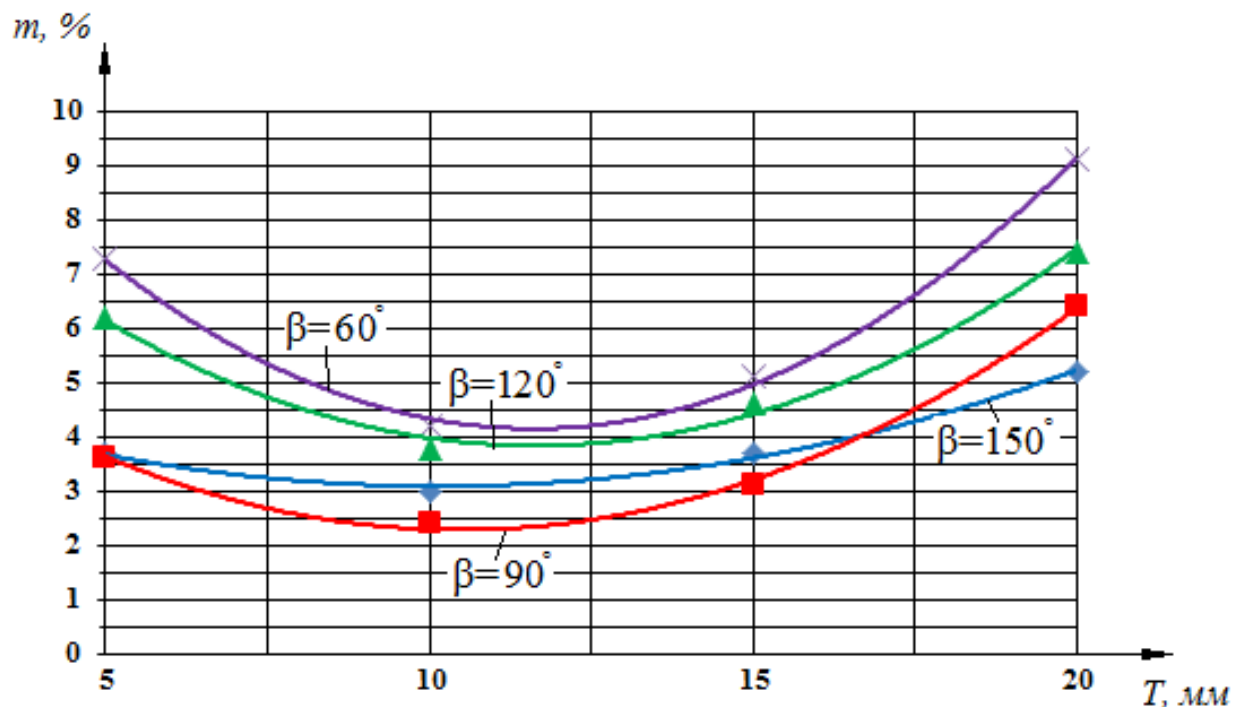


Рисунок 4.6 – Экспериментальные зависимости количества остатка экскрементов телят на ленте подвижного пола m , %, от угла при вершине скребка β° и провисания T , мм, при угле рабочей кромки скребка $\gamma=50^\circ$

Как показывают экспериментальные зависимости (рисунок 4.6), наибольшее содержание остатка экскрементов телят на ленте подвижного пола при угле наклона рабочей кромки $\gamma=50^\circ$ наблюдается при угле при вершине скребка $\beta=60^\circ$. При этом геометрически длина линии контакта рабочей кромки скребка с поверхностью ленты подвижного пола максимальна, а распределенная нагрузка от ленты на рабочую кромку – наименьшая. В этом случае максимальное содержание остатка экскрементов при провисании $T=20$ мм составляет 9,1 %. С уменьшением провисания T до 15 и 10 мм содержание экскрементов m уменьшается и составляет 5,1 и 4,2 % соответственно. При $T=5$ мм m , как и в предыдущих случаях, увеличивается до 7,3 % (приложение Е).

Недостаточно качественная очистка ленты подвижного пола отмечается при использовании скребка с углом при вершине $\beta=120^\circ$:

- при $T=5$ мм $m=6,2$ %;
- при $T=10$ мм $m=3,8$ %
- при $T=15$ мм $m=4,6$ %;
- при $T=20$ мм $m=4,4$ %.

Однако при увеличении угла β до 150° и соответственно уменьшении длины контакта рабочей кромки скребка с поверхностью ленты подвижного пола содержание экскрементов уменьшается:

- при $T=5$ мм $m=3,7$ %;
- при $T=10$ мм $m=3,0$ %
- при $T=15$ мм $m=3,7$ %;
- при $T=20$ мм $m=5,2$ %.

Данную закономерность можно охарактеризовать тем, что геометрически длина контакта рабочей кромки скребка с поверхностью ленты подвижного пола меньше, чем при $\beta=150^\circ$. В результате возникновение зазора за счет усилия, которое приподнимает ленту подвижного пола над рабочей кромкой, незначительно.

Наименьшее содержание экскрементов телят на ленте подвижного пола достигается скребком с углом при вершине равным $\beta=90^\circ$:

- при $T=5$ мм $m=3,6$ %;
- при $T=10$ мм $m=2,4$ %
- при $T=15$ мм $m=3,1$ %;
- при $T=20$ мм $m=6,4$ %.

На основании чего можно сделать вывод, что в этом случае длина контакта рабочей кромки скребка, образуемая углом при вершине β оптимальна, и не дает возможности образованию зазора (приложение Е).

Экспериментальные графические зависимости (рисунок 4.7) содержания остатка экскрементов на ленте подвижного пола построены по следующим уравнениям:

- при угле при вершине скребка $\beta=150^\circ$:

$$y = 0,55x^2 - 2,23x + 5,35, \quad \% \quad (4.9)$$

- при угле при вершине скребка $\beta=120^\circ$:

$$y = 1,3x^2 - 6,06x + 10,9, \quad \% \quad (4.10)$$

- при угле при вершине скребка $\beta=90^\circ$:

$$y = 1,125x^2 - 4,715x + 7,225, \quad \% \quad (4.11)$$

- при угле при вершине скребка $\beta=60^\circ$:

$$y = 1,775x^2 - 8,245x + 13,725, \quad \% \quad (4.12)$$

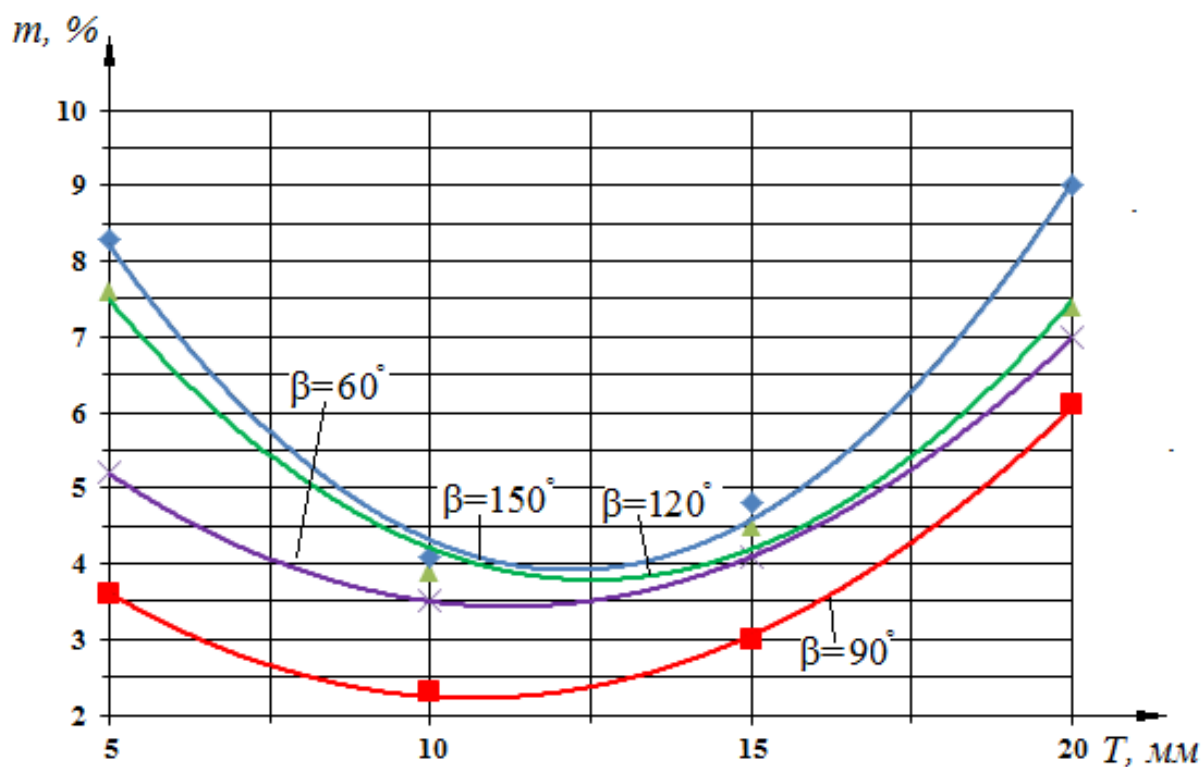


Рисунок 4.7 – Экспериментальные зависимости содержания остатка экскрементов телят на ленте подвижного пола m , %, от угла при вершине скребка β° и провисания T , мм, при угле рабочей кромки скребка $\gamma=70^\circ$

Представленные экспериментальные зависимости показывают, что снижение остатка экскрементов на ленте подвижного пола происходит с уменьшением угла при вершине скребка β с 150° до 120° и составляет:

- при $T=5$ мм и $\beta=150^\circ$ $m=8,3$ %;
- при $T=10$ мм и $\beta=150^\circ$ $m=4,1$ %;
- при $T=15$ мм $\beta=150^\circ$ $m=4,8$ %;
- при $T=20$ мм $\beta=150^\circ$ $m=9$ %;
- при $T=5$ мм и $\beta=120^\circ$ $m=7,6$ %;
- при $T=10$ мм и $\beta=120^\circ$ $m=3,9$ %;
- при $T=15$ мм и $\beta=120^\circ$ $m=4,5$ %;
- при $T=20$ мм и $\beta=120^\circ$ $m=7,4$ %.

Так, максимальное значение остатка экскрементов соответствует $\beta=150^\circ$ и $T=20$ мм и составляет 9 %; минимальное при $\beta=150^\circ$ при $T=10$ мм – 4,1 %.

Наименьший остаток экскрементов на ленте подвижного пола наблюдается при угле при вершине скребка $\beta=90^\circ$ при всех значениях γ (рисунок 4.8) (приложение Е):

- при $T=5$ мм и $m=3,6$ %;
- при $T=10$ мм $m=2,2$ % %;
- при $T=15$ мм $m=3,0$ %;
- при $T=20$ мм $m=6,1$ %.

При последующем уменьшении угла при вершине скребка β до 60° содержание экскрементов увеличивается:

- при $T=5$ мм и $m=5,2$ %;
- при $T=10$ мм $m=3,5$ %;
- при $T=15$ мм $m=4,1$ %;
- при $T=20$ мм $m=7,0$ %.

Это, как и в предыдущих случаях, можно объяснить увеличением длины контакта рабочей кромки скребка с поверхностью ленты подвижного пола и снижением удельной нагрузки.

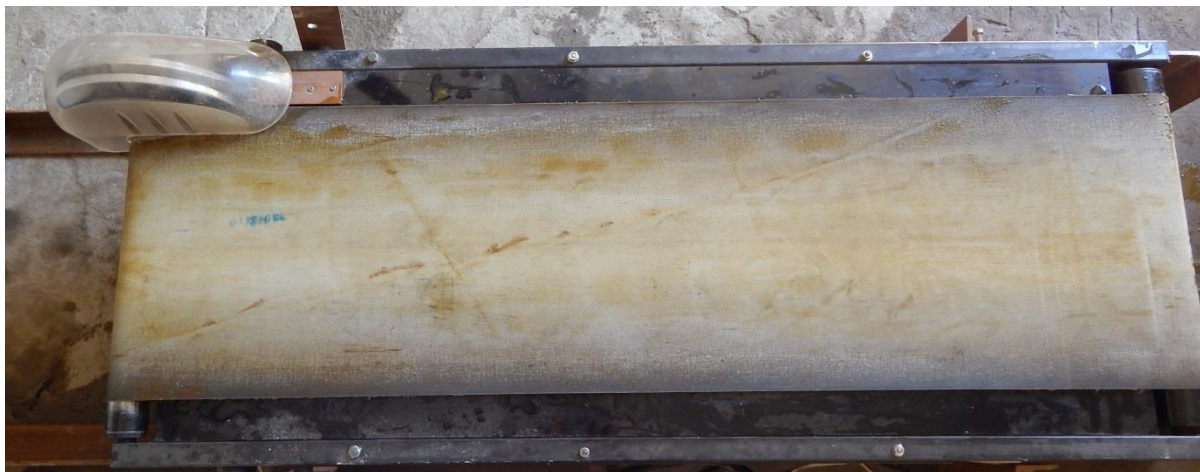


Рисунок 4.8 – Остаток экскрементов телят на ленте подвижного пола

Экспериментальные графические зависимости (рисунок 4.9) содержания остатка экскрементов на ленте подвижного пола построены по следующим уравнениям:

- при угле при вершине скребка $\beta=150^\circ$:

$$y = 2,175x^2 - 10,465x + 18,475, \quad \% \quad (4.13)$$

- при угле при вершине скребка $\beta=120^\circ$:

$$y = 2,075x^2 - 10,045x + 16,575, \quad \% \quad (4.14)$$

- при угле при вершине скребка $\beta=90^\circ$:

$$y = 1,65x^2 - 7,57x + 13,2, \quad \% \quad (4.15)$$

- при угле при вершине скребка $\beta=60^\circ$:

$$y = 1,225x^2 - 5,115x + 8,875, \quad \% \quad (4.16)$$

Анализ экспериментальных зависимостей (см. рисунок 4.9) показывает, что при фиксированном параметре $\gamma=90^\circ$ при угле при вершине скребка $\beta=150^\circ$ максимальное содержание остатка экскрементов составляет 11,2 % при провисании подвижного пола $T=20$ мм. В случае $\gamma=30^\circ$ плоскость рабочей кромки скребка перпендикулярна плоскости поверхности ленты подвижного пола.

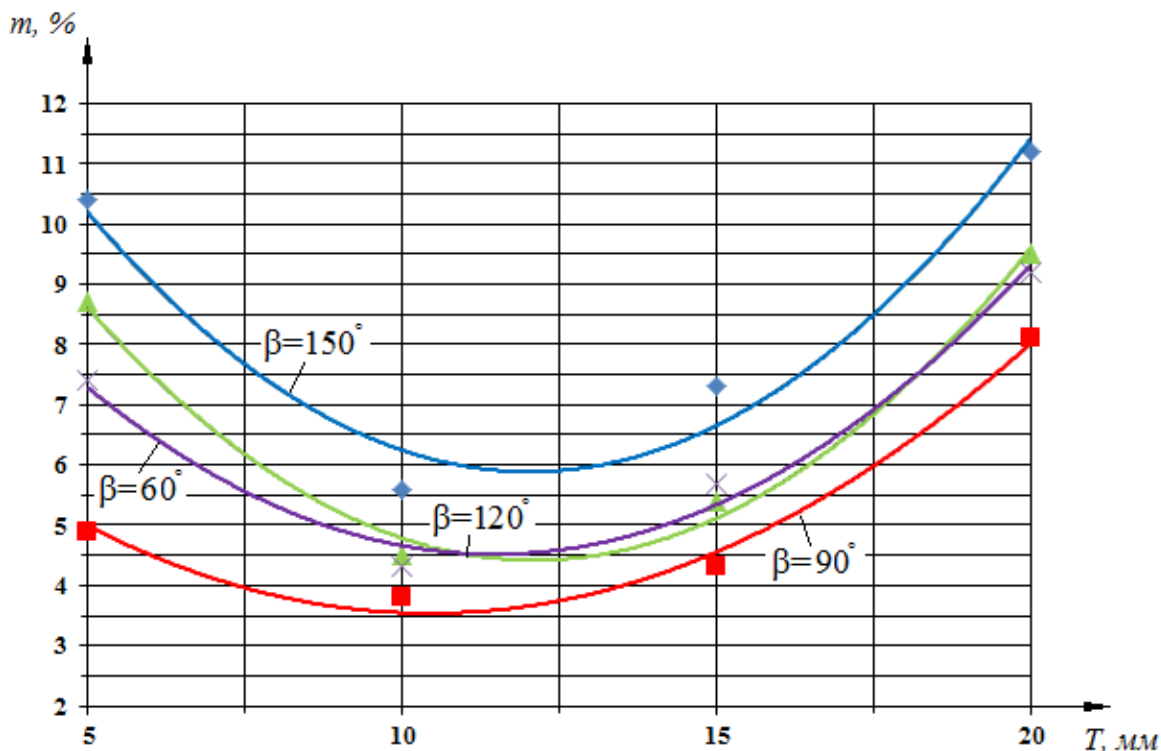


Рисунок 4.9 – Экспериментальные зависимости количества остатка экскрементов телят на ленте подвижного пола m , %, от угла при вершине скребка β° и провисания T , мм, при угле рабочей кромки скребка $\gamma=90^\circ$

С уменьшением провисания T до 15 мм содержание остатка экскрементов снижается и составляет 7,2 % от их общей массы. Величина остатка экскрементов снижается при достижении провисания 10 мм. Это можно объяснить тем, что с увеличением провисания возрастает усилие, стремящееся приподнять ленту над рабочей кромкой скребка. При уменьшении провисания усилие снижается, и лента подвижного пола начинает плотнее взаимодействовать с рабочей кромкой. Содержание экскрементов на ленте при величине провисания $T=5$ мм также увеличивается. В этом случае усилия, возникающего при данной величине, недостаточно для того, чтобы прижать ленту подвижного пола к рабочей кромке скребка. Так, для угла при вершине скребка $\beta=150^\circ$ содержание экскрементов составляет 10,4 %, при $\beta=120^\circ$ – 8,7%, при $\beta=60^\circ$ – 7,4 %, при $\beta=90^\circ$ снова минимально – 4,9 % (приложение Е).

Следует отметить, что максимальное содержание экскрементов на ленте отмечается при углах при вершине скребка β равных 120 и 150°. При данных

значениях β при провисании $T=10$ мм содержание остатка экскрементов составляет 4,5 и 5,9 %, что объясняется недостаточной длиной контакта рабочей кромки скребка с поверхностью ленты подвижного пола. С уменьшением величины β длина контакта возрастает и содержание экскрементов уменьшается.

Очевидно, что при угле наклона рабочей кромки скребка $\gamma=30^\circ$ опытный образец скребка с углом при вершине 90° имеет наименьшие значения содержания экскрементов на ленте подвижного пола при всех выбранных значениях γ . При $T=5$ мм – 4,9 %, при $T=10$ мм – 3,8 %, при $T=15$ мм – 4,3 %, при $T=20$ мм – 8,1 % (приложение Е). В данном случае, как показывают зависимости, угол при вершине скребка можно считать оптимальным.

Минимальное содержание экскрементов достигается при $\beta=90^\circ$ и $T=10$ мм и составляет 3,8 %. Однако при дальнейшем уменьшении угла β до 60° , и соответственно, при увеличении длины контакта рабочей кромки скребка с поверхностью ленты подвижного пола при значении $T=10$ мм содержание остатка выше и равно 4,3 %. В этом случае распределенная нагрузка от ленты подвижного пола на рабочую кромку скребка уменьшается, так как она распределяется по всей его длине, и усилие от провисания приподнимает ее над рабочей кромкой.

4.3 Определение оптимальных значений факторов оптимизации

Полученные экспериментальные зависимости от каждого исследуемого фактора носят параболический характер. Следовательно, многофакторную зависимость $y = f(x_1; x_2; x_3)$ можно описать выражением вида

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^3 b_j x_j + \sum_{j=1}^3 b_{jj} x_j^2 + \sum_{\substack{j,k=1 \\ j \neq k}}^3 b_{jk} x_j x_k . \quad (4.17)$$

Для статистического подтверждения этой гипотезы был проведен ряд экспериментов по описанной выше схеме.

Поиск коэффициентов зависимости b_0 , b_j , b_{jj} и b_{jk} , обеспечивающих наилучшее соответствие экспериментальным данным, проводили методом наименьших квадратов с использованием стандартных средств MS EXCEL. При этом для полноты расчета влияния отдельных факторов рассматривали разные вариации – и чисто линейная зависимость (все $b_{jj} = 0$ и $b_{jk} = 0$), и чисто параболическая, без взаимовлияния факторов (все $b_{jk} = 0$) и разные промежуточные варианты. В ходе расчетов вместо градусной меры углов использовалась радианная мера, как это рекомендуется в методах прикладной математической статистики.

Наилучшим линейным приближением является формула

$$m = 1,59\gamma - 0,23T + 3,14\beta - 0,79. \quad (4.18)$$

Посмотрим, насколько меняется качество аппроксимации при добавлении квадратов факторов.

$$m = 19,11 \gamma^2 - 45,0 \gamma + 0,07T^2 - 1,53T + 2,52 \beta^2 - 7,83 \beta + 43,41. \quad (4.19)$$

Рассчитанный коэффициент детерминации составляет 0,866 – очень высокий показатель, т.е. на долю неучтенных факторов, в т.ч. погрешности измерений остается около 13 %. При этом видно, что по каждому фактору имеет место параболическая зависимость с выраженным минимумом [45].

Из системного анализа известно, что в системах имеет место синергический эффект, т.е. совместное действие факторов оказывает дополнительное влияние на результат. В наших условиях стоит посмотреть, как повлияет на точность приближения добавление попарных произведений факторов. Соответствующий подбор параметров методом наименьших квадратов позволил установить приведенные в следующей формуле значения коэффициентов

$$m = 17,4\gamma^2 - 43,4\gamma + 0,07T^2 - 1,35T + 2,29\beta^2 - 6,54\beta + 0,94 \gamma\beta + 0,06 \gamma T + 0,14\beta T + 17,4 \quad (4.20)$$

При этом коэффициент детерминации вырос до 0,947, т.е. на долю неучтенных факторов осталось лишь 5 %, которыми можно оценить погрешность измерений.

Поскольку мы по 21 наблюдению оцениваем сразу 10 неизвестных параметров b_0 , b_j , b_{jj} и b_{jk} , возникает естественный вопрос о статистической значимости полученного уравнения регрессии. Используем для этой оценки критерий Фишера – Снедекора [59, 60]:

$$F = R^2 * (n-p-1) / (p * (1-R^2)) \quad (4.21)$$

Его рассчитанное значение при $n=21$ и $p=9$ заметно превосходит критическое даже при уровне значимости $\alpha = 0,01$ ($21,97 > 5,18$), т.е. вероятность случайного совпадения ниже 1 % [45, 59].

С помощью полученного аналитического выражения зависимости остатка экскрементов после очистки скребком от трех основных факторов: провисания ленты подвижного пола T , угла при вершине скребка β и угла наклона его рабочей кромки γ можно, используя известные математические методы, найти экстремальные значения, рассчитать частные производные и величины отклонений расчетных значений от фактических. Ниже приведены результаты этих расчетов. В частности, получены параметры, гарантирующие наименьший остаток экскрементов $\gamma = 68^\circ$, $\beta = 90^\circ$ и $T=11$ мм, что очень близко к теоретически предсказанным (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Частные производные от факторов оптимизации

Параметры			Частные производные					Данные опытов
γ	T	β	$m \%$	γ	T	β		
50	0	90	12,61	-11,54	-1,58	1,46		
90	20	150	11,66	14,92	2,10	4,05		
90	0	150	17,76	13,75	-1,73	6,91		
68	11	90	2,15	0,00	0,59	0,14		
90	15	120	6,33	14,13	1,22	2,37	6,5	
90	10	150	8,06	14,33	0,19	5,48	8,3	
90	10	90	4,83	13,35	0,34	0,69	4,3	
90	5	120	8,63	13,55	-0,70	3,80	8,75	
70	15	150	5,22	2,47	1,14	4,44	4,75	
70	15	90	3,08	1,49	1,29	-0,35	2,99	
70	10	120	3,11	1,69	0,26	2,76	3,48	
70	10	120	3,11	1,69	0,26	2,76	3,5	
70	10	120	3,11	1,69	0,26	2,76	3,46	
70	5	150	8,47	1,89	-0,77	5,87	8,2	
70	5	90	4,83	0,91	-0,62	1,08	3,5	
50	15	120	4,95	-10,17	1,22	1,71	5,3	
50	10	150	6,54	-9,97	0,19	4,82	6,2	
50	10	90	4,00	-10,96	0,34	0,03	3,5	
50	5	120	7,66	-10,75	-0,70	3,14	8,4	
70	5	60	4,90	0,41	-0,55	-1,32	5,2	
70	10	60	2,73	0,70	0,41	-2,03	3,5	
50	10	60	4,61	-11,45	0,41	-2,36	4,3	
50	15	60	5,66	-11,16	1,37	-3,07	5,7	
90	15	60	6,36	13,15	1,37	-2,42	6,8	
90	20	60	10,94	13,44	2,32	-3,13	10,5	

Для определения адекватности полученных экспериментальных данных определяли коэффициенты функциональной зависимости (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Коэффициенты функциональной зависимости

Коэффициенты функциональной зависимости	
γ	-43,40
γ^2	17,41
T	-1,35
β	-6,54
β^2	2,29
Свободный член	40,57
T^2	0,07
$\gamma*\beta$	0,94
$\gamma*T$	0,06
$\beta*T$	-0,14
Коэффициент детерминации	0,947
Дисперсия исходная	4,816
Дисперсия остаточная	0,254
Критерий Ф-С	21,97357

Последнее из полученных аналитических выражений для поверхности отклика влияния углов при вершине скребка и наклона рабочей кромки, а также провисания ленты имеет вид [45]:

$$m = 17,4\gamma^2 - 43,4\gamma + 0,07T^2 - 1,35T + 2,29\beta^2 - 6,54\beta + 0,94\gamma\beta + 0,06\gamma T + 0,14\beta T + 17,4. \quad (4.22)$$

Полученное выражение описывает параболическую поверхность в четырехмерном пространстве, и поэтому не может быть представлено графически.

Поэтому получаем сечения условной поверхности при фиксированных значениях γ , β и T , которые будут являться трехмерными параболоидами (рисунки 4.10–4.11) [45].

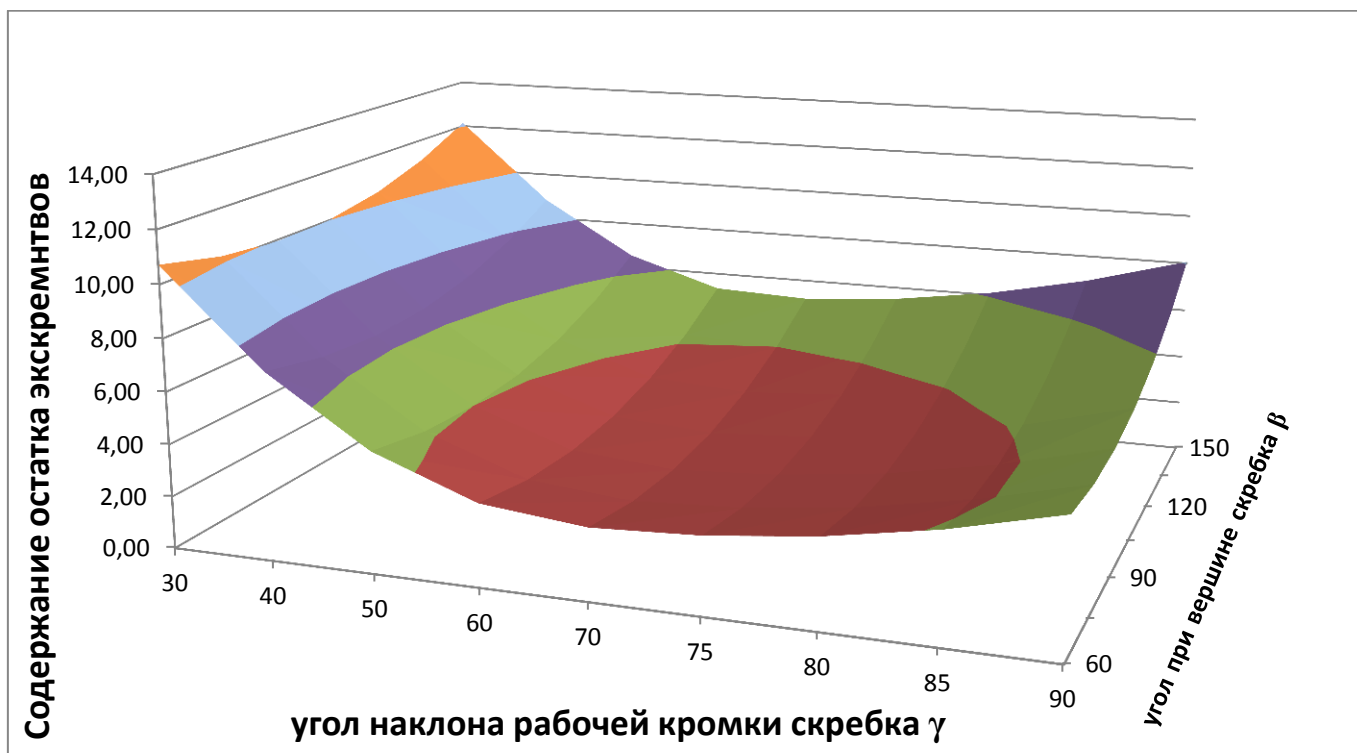


Рисунок 4.10 – Поверхность отклика содержания остатка эксcrementов на ленте подвижного пола при фиксированном значении провисания $T=10$ мм

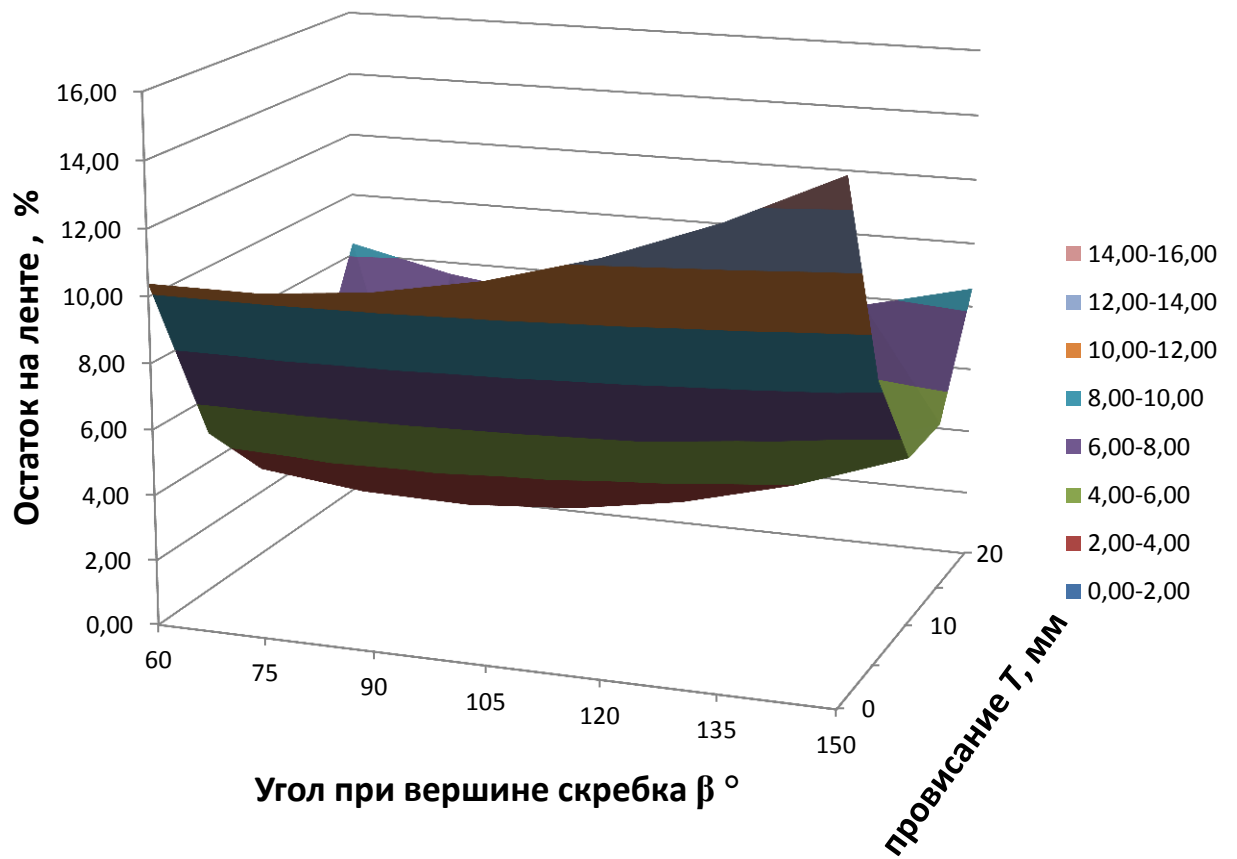


Рисунок 4.11 – Поверхность отклика содержания остатка экскрементов на ленте подвижного пола при фиксированном значении угла наклона рабочей кромки скребка $\gamma=70^\circ$

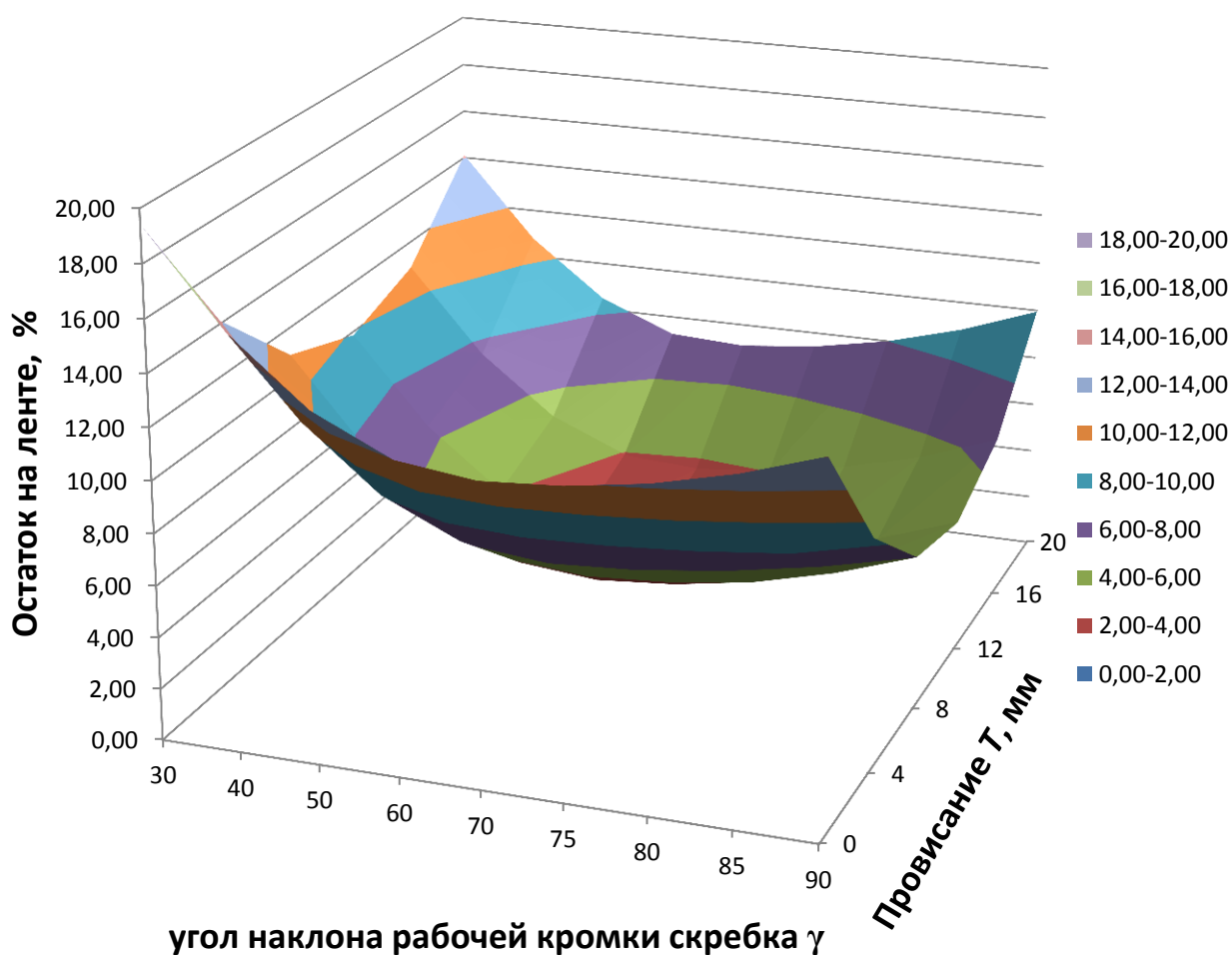


Рисунок 4.12 – Поверхность отклика содержания остатка эксcrementов на ленте подвижного пола при фиксированном значении угла при вершине скребка $\beta=120^\circ$

4.4 Сравнение экспериментальных и теоретических зависимостей

В результате исследований и на основании теоретических предпосылок были построены экспериментальные и теоретические зависимости содержания остатка эксcrementов от провисания ленты подвижного пола T , угла при вершине скребка β и угла наклона рабочей кромки скребка γ (приложение Г), рисунки 4.13–4.16.

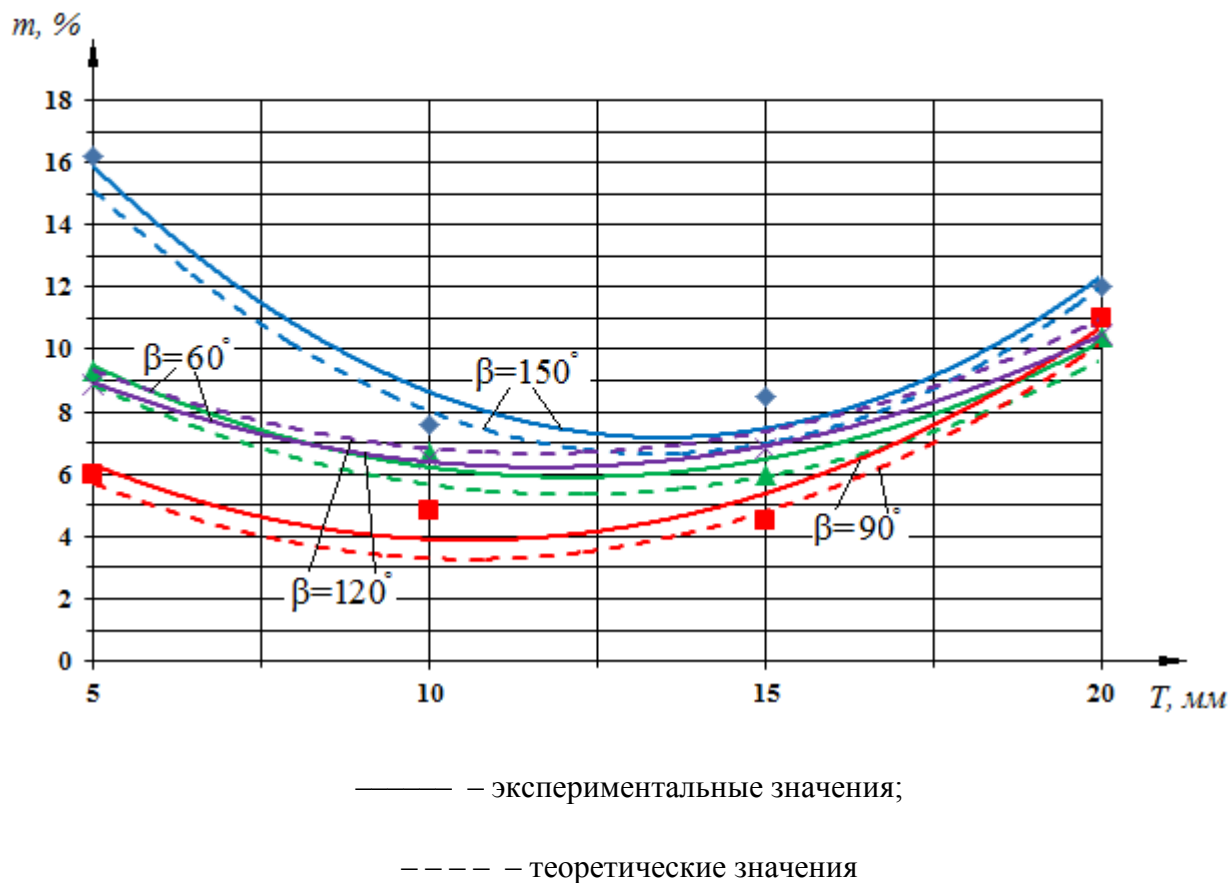
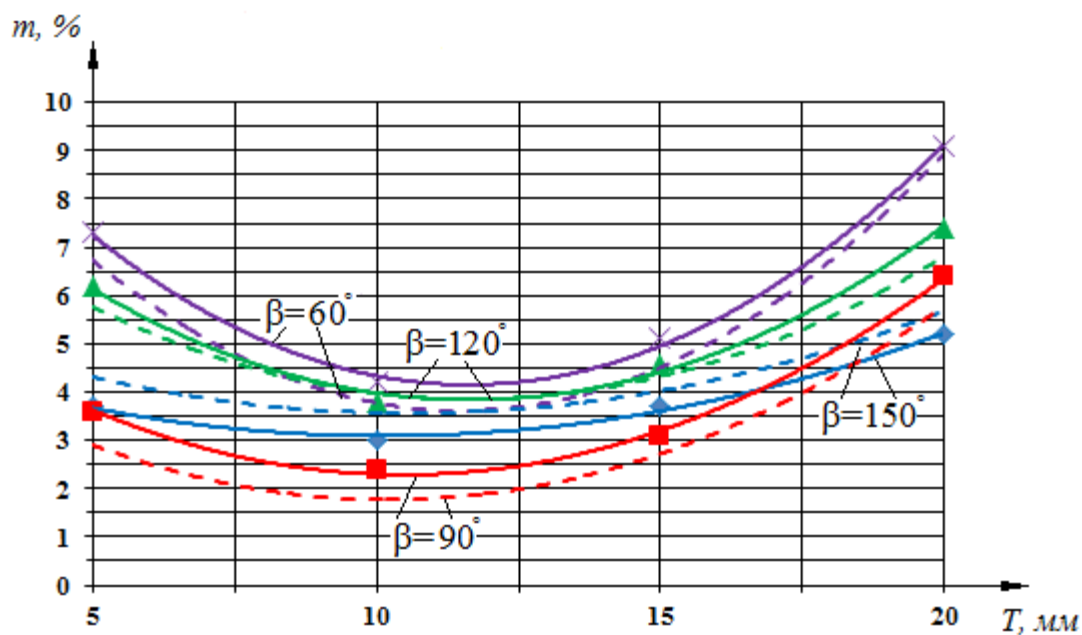


Рисунок 4.13 – Зависимости содержания остатка экскрементов телят на ленте подвижного пола m , %, от угла при вершине скребка β° и провисания T , мм, при угле рабочей кромки скребка $\gamma=30^\circ$

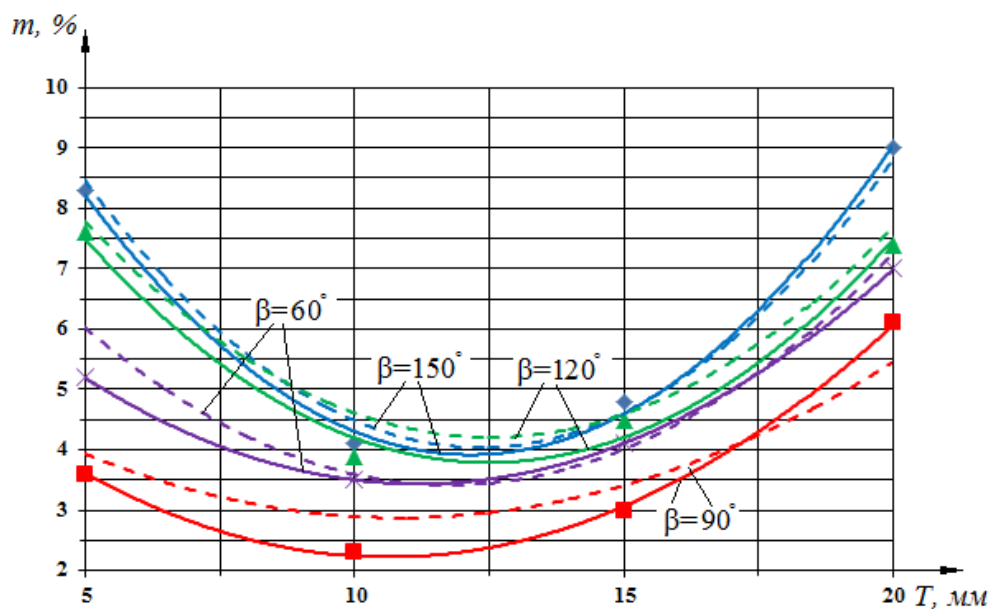
Анализ зависимостей подтверждает теоретические предпосылки того, что на снижение остатка экскрементов на подвижном полу клетки для содержания телят способно влиять провисание подвижного пола T , угол при вершине скребка β и угол наклона рабочей кромки скребка к плоскости поверхности пола. С уменьшением провисания T до 5 мм содержание экскрементов на подвижном полу возрастает. Также, при провисаниях T до 15 и 20 мм возникает усилие, которое превышает удельную нагрузку от подвижного пола на рабочую кромку скребка, вследствие чего наблюдается увеличение экскрементов.



— — экспериментальные значения;

---- — теоретические значения

Рисунок 4.14 – Зависимости содержания остатка экскрементов телят на ленте подвижного пола m , %, от угла при вершине скребка β° и провисания T , мм, при угле рабочей кромки скребка $\gamma=50^\circ$



— — экспериментальные значения;

---- — теоретические значения

Рисунок 4.15 – Зависимости содержания остатка экскрементов телят на ленте подвижного пола m , %, от угла при вершине скребка β° и провисания T , мм, при угле рабочей кромки скребка $\gamma=70^\circ$

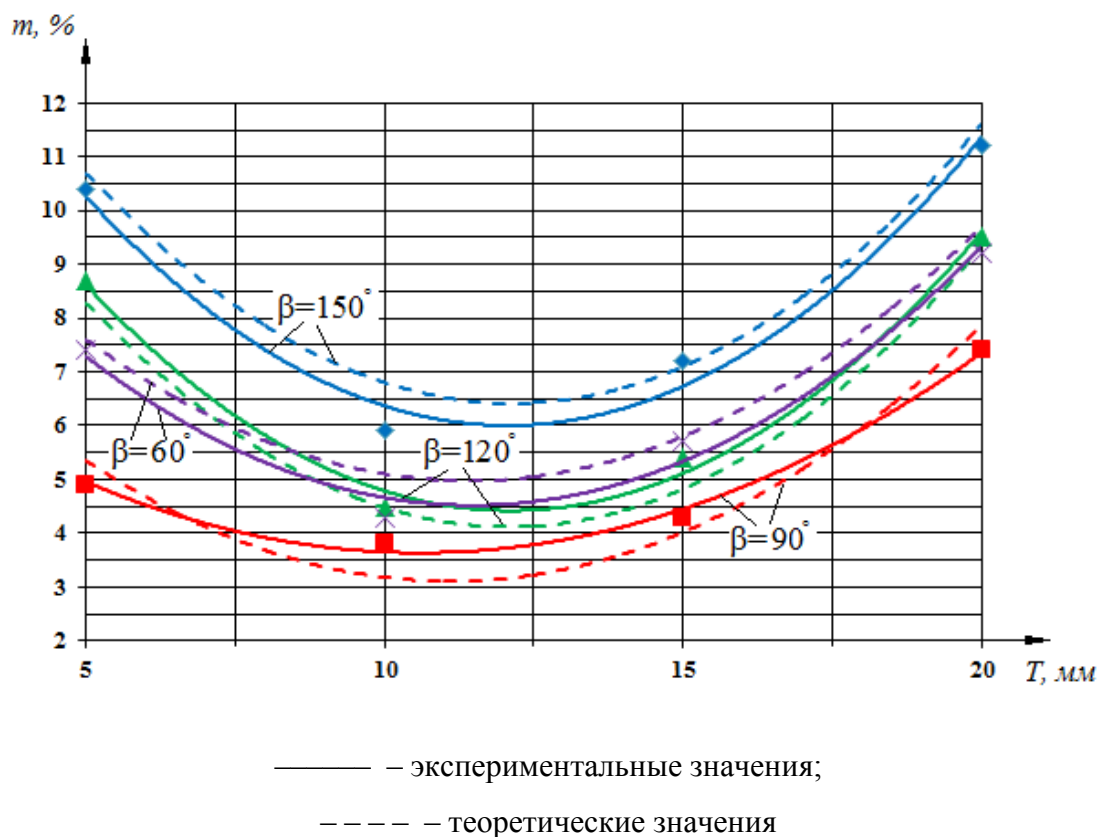


Рисунок 4.16 – Зависимости содержания остатка экскрементов телят на ленте подвижного пола m , %, от угла при вершине скребка β° , и провисания T , мм, при угле рабочей кромки скребка $\gamma=90^\circ$

Анализ зависимостей показывает, что наиболее оптимальной величиной провисания ленты подвижного пола, при которой достигается минимальное содержание экскрементов $m=2,2$ %, будет являться $T=10$ мм. Оптимальным углом наклона рабочей кромки скребка к плоскости ленты подвижного пола следует считать $\gamma=70^\circ$, углом при вершине скребка – $\beta=90^\circ$.

Расхождение теоретических и экспериментальных кривых не превышает 16,2 %.

4.5 Выводы

1. Проведенные исследования физико-механических свойств экскрементов телят в возрасте до 1 года показали, что плотность экскрементов телят составляет 930–1080 кг/м³, влажность 84–86 %, липкость к стали 2,35–2,80 Н/м², липкость к резине 3,85–4,28 кПа.

2. Установлено, что содержание остатка экскрементов на ленте подвижного пола снижается с увеличением угла при вершине скребка β от 90 до 150°, а также при уменьшении β от 90 до 60°.

3. Содержание остатка экскрементов на ленте подвижного пола снижается при увеличении провисания ленты T с 5 до 10 мм. При увеличении провисания T с 10 до 15 и 20 мм количество экскрементов возрастает и составляет при угле при вершине скребка $\beta=90^\circ$ и угле наклона рабочей кромки скребка $\gamma=70^\circ$ 5,8 и 9,7 % соответственно.

4. При уменьшении угла наклона рабочей кромки скребка γ от 70 до 30° наблюдается увеличение содержания экскрементов на ленте подвижного пола. При угле при вершине скребка $\beta=90^\circ$ и провисании $T=10$ мм – 2,2 и 5,6 % соответственно.

5. Наименьшее содержание остатка экскрементов на ленте подвижного пола $m=2,2$ % достигается при следующих конструктивных параметрах скребка очищающего устройства:

- угол при вершине скребка $\beta=90^\circ$;
- угол наклона рабочей кромки скребка к плоскости ленты подвижного пола $\gamma=70^\circ$;
- величины провисания ленты $T=10$ мм.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ КЛЕТКИ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЕЛЯТ

5.1 Программа проведения производственных испытаний

Производственные испытания изготовленной клетки для содержания телят были проведены в ЗАО «Агрофирма «Волга» Марковского района Саратовской области с 9 марта по 12 июня 2013 г.

Производственные испытания проходили на выращивании зимне-весеннего молодняка коров преимущественно «голштинской породы». Для содержания коров использовался беспривязный способ в стойле. Телят содержат в индивидуальных деревянных клетках типа Эверса.

Существующая технология выращивания молодняка в ЗАО «Агрофирма «Волга» включала в себя:

- отел коров в денниках с получением молозива телятком через 1 час после рождения в количестве 1,5 – 2 кг;
- отъем телят от коровы с помещением в индивидуальную деревянную клетку типа Эверса;
- обеззараживание телят, удаление лишних сосков (по желанию);
- содержание телят в закрытом телятнике в течение, в клетке Эверса с кормлением молозивом в 1-ю неделю;
- содержание телят в клетке Эверса с кормлением молоком через 8 – 10 дней после рождения. Выпаивание производится телятницей из сосковой поилки.
- содержание телят в клетке Эверса с кормлением травой или сеном через 3-4 недели после рождения.

Производственные испытания клетки для содержания телят со скребком очищающим проводились в телятнике на новорожденном телятком «степной красной породы» (приложения Ж, З). Перед установкой клетки в телятнике производился сбор рамы и монтаж корпуса скребка к раме клетки и скребка очищающего к корпусу (рисунок 5.1).



Рисунок 5.1 – Монтаж скребка очищающего к корпусу в подсобном помещении телятника: 1 – скребок очищающий; 2 – корпус скребка очищающего; 3 – рама клетки

Лезвия 2 скребка очищающего, установленные на раме 1 посредством кронштейнов 3 выставляли таким образом, чтобы угол при вершине скребка β был равным 90° . После чего с помощью кронштейнов 4 выставляли угол наклона рабочей кромки скребка к поверхности ленты подвижного пола γ на величину 30° (рисунок 5.2).

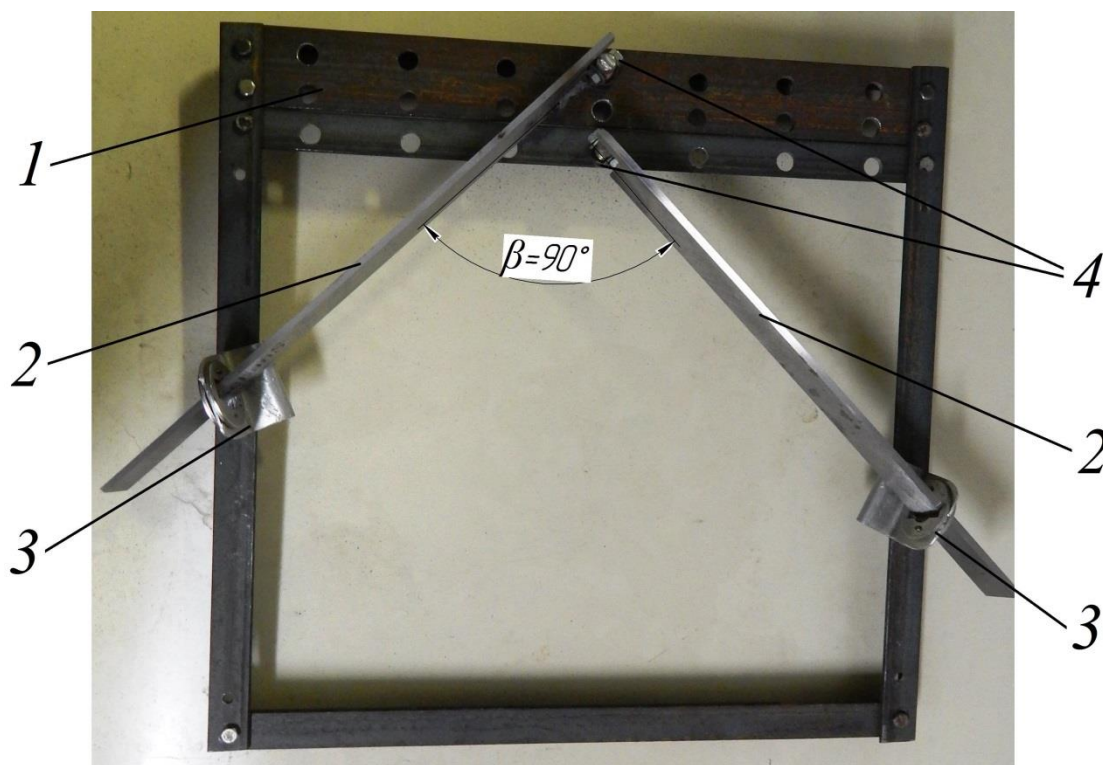


Рисунок 5.2 – Производственный образец скребка очищающего:
 1 – рама; 2 – лезвия; 3 – кронштейны для регулировки угла при вершине скребка β ;
 4 – кронштейны для регулировки угла наклона рабочей кромки скребка γ

Провисание ленты перед скребком очищающим устанавливали 10 мм и фиксировали ленту (рисунок 5.3).



Рисунок 5.3 – Положение провисания ленты относительно плоскости

После сбора подвижного пола на него монтировали клетку (рисунок 5.4). Для проведения производственных испытаний теленка после отъема от коровы помещали в клетку (рисунок 5.5), где он находился весь период до 180 дней. Клетка располагалась на расстоянии 1 м от стены [44, 64. 100]. Температура в телятнике составляла 17 °С, влажность воздуха – 75 %.

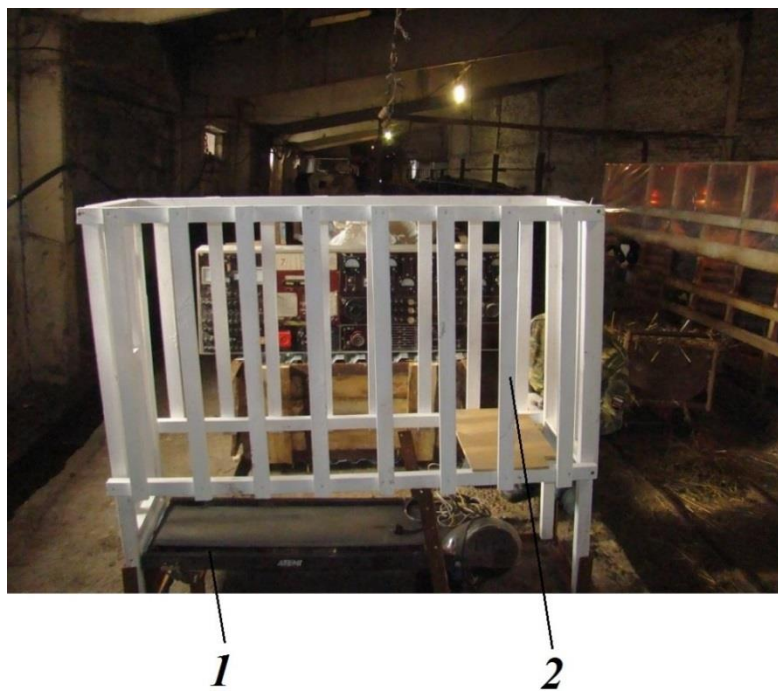


Рисунок 5.4. – Клетка для содержания телят в телятнике:

1 – рама с подвижной лентой; 2 – деревянная клетка



Рисунок 5.5 – Содержание теленка в клетке

Скребок очищающий, расположенный под рамой клетки (рисунок 5.6), не влияет на ходовые качества ленты подвижного пола. При эксплуатации такой клетки предусмотрено ежемесячное и периодическое техническое обслуживание, трудоемкость которого 1,02 чел.-ч.



Рисунок 5.6 – Работа скребка очищающего

Время подготовки клетки к работе составило 0,75 ч. Эксплуатационная надежность была удовлетворительной, обеспечены удобство управления и безопасность выполненных работ.

Габаритные размеры клетки: ширина – 500 мм, длина 1500 мм [44].

В результате производстве производственных испытаний клетки, оснащенной подвижным полом и скребком очищающим, получены следующие показатели:

- скорость движения ленты 1,4 м/с;
- масса тельца при помещении в клетку 46,5 кг;
- масса тельца после выхода из клетки и при переводе в стадо 160 кг;
- потребляемая мощность электродвигателя 0,92 кВт;
- остаток экскрементов на ленте после скребка очищающего 2,2 % от всей массы экскрементов.

5.2 Технико-экономическая оценка использования клетки для содержания телят с подвижным полом и скребком очищающим

Разработанная клетка, установленная в телятнике, обеспечивает лучшее содержание теленка в сравнении с базовой клеткой Эверса, позволяет производить очистку ленты подвижного пола, обеспечивать моцион теленку без его изъятия и транспортирования.

Для расчета экономической эффективности применения клетки телят был проведен сравнительный анализ двух технологий содержания телят в возрасте от 30 до 180 дней (таблица 5.1) [128]:

1) в клетке Эверса серийного образца с бетонным полом и подстилкой из навоза, с последующей уборкой и дезинфекцией вручную скотниками после визуального контроля за загрязнениями. Моцион теленка обеспечивался посредством его изъятия из клетки и выносом или выведением из помещения.

2) разработанной клеткой с подвижным полом, оснащенной автоматической системой контроля за загрязнениями, и скребком очищающим с последующей механической очисткой лентой подвижного пола. Моцион теленка обеспечивался путем включения ленты по 30 мин с разбиением на три сеанса ежедневно.

В результате применения клетки для содержания телят с подвижным полом и скребком очищающим исключается визуальный контроль и ручной труд при очистке клетки от экскрементов, моцион теленка производится в клетке [125].

Таблица 5.1 – Исходные данные для расчета экономической эффективности предложенной клетки

Показатели	Базовая (серийная) клетка Эверса	Новая (предлагаемая) с очищающим устройством
Масса, кг	36	48
Прейскурантная цена, тыс. руб.	17	–
Балансовая стоимость, тыс. руб.	17	–
Установленная мощность, кВт	–	0,92
Время на визуальный контроль, очистку и дезинфекцию, ч	0,25	0,05
Время на проведение моциона, ч	2	–
Обслуживающий персонал, чел.: – скотник (рабочий)	1	1
Часовая ставка, руб./чел.-ч	32,35	32,35
Амортизационные отчисления, %	16,2	16,2
Отчисления на ремонт и техническое обслуживание, %	20	20
Стоимость электроэнергии, руб./кВт ч	–	4,05
Годовая загрузка, дни	365	365

Для расчета экономической эффективности от применения разработанной клетки для содержания телят с подвижным полом и скребком очищающим проведем расчет экономической эффективности по исходным данным (таблицы 5.2–5.4) [57, 114, 128].

Произведем расчет капитальных вложений для изготовления клетки:

$$C_k = m_k C_m, \quad (5.1)$$

где m_k – суммарная масса изготавливаемых сборочных единиц, кг; C_m – комплексная стоимость материалов, руб./кг.

Таблица 5.2 – Заработная плата

Виды работ	Трудоемкость работ, ч	Тарифная часовая ставка, руб.	Сумма основной заработной платы, руб.
Токарно-фрезерные	1,5	51,66	77,49
Сверлильные	2,0	51,66	103,32
Сварочные	3,2	51,66	165,31
Слесарные	3,0	51,66	155
Плотницкие	4,0	51,66	206,64
Малярные	1,0	51,66	51,66
Итого	14,7		759,42

Таблица – 5.3 Стоимость материала

Наименование материала	Длина, м	Масса, кг	Стоимость	
			кг	всего
Уголок 63×63×5	7,8	37,52	40,99	1538
Уголок 50×50×4	1,0	3,05	42,49	129,6
Уголок 32×32×3	2,0	3,18	39,8	126,56
Труба профильная 40×20×2,5	4,0	8,28	46,22	382,7
Пруток стальной Ø 72	1,0	31,96	32,9	1051,48
Лист стальной Г/К 1.5 Ст3Пс5/сп5	1,0	23,55	43,23	1018,1
Полоса 1Х13 (ЭЖ1)	0,8	0,4	82,6	33,04
Рейка деревянная 20×40×2,5	28,0 1 м ³	1 м ³	32,4	907,2
Итого				5186,7

Таблица 5.4 – Стоимость покупных изделий

Наименование	Количество ед, м	Стоимость, руб	
		стоимость 1 ед., м, руб.	общая, руб.
1	2	3	4
Электродвигатель АВ-052-2 МУЗ 220/380	1	3300	3300
Ременная передача (шкивы и ремень)	1	1350	1350
Датчики контроля загрязнений	12	225	2700
Панель управления	1	388	388

1	2	3	4
Фотоэлектрические датчики HSDL-9100-021	12	180	2160
Реле-повторитель «Roomstat»	1	2370	2370
Лампочки сигнализации ML1–100G	2	225	450
Предохранитель	2	280	560
Кабель электрический	6 м	42	252
Болт М16	8	12	96
Шайба пружинная	8	8	64
Гайка М 16	8	12	96
Болт М14	8	11	88
Шайба пружинная	8	8	64
Гайка М14	8	11	88
Болт М8	12	10	120
Шайба пружинная	12	6	72
Гайка М8	12	8	96
Итого			14314

Затраты на оплату труда определяются произведением основной зарплаты (см. таблицу 5.2) на коэффициент 1,37, учитывающий дополнительную зарплату и социальные нужды [57, 83]:

$$C_{\text{пр}} = 1,37C_{\text{зн}}, \quad (5.1)$$

$$C_{\text{пр}} = 1,37 \cdot 759,42 = 1040,4 \text{ руб.}$$

Стоимость приспособления:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{э}} + C_{\text{м}} + C_{\text{п.и}} (C_{\text{пр}} \times \% \text{HP}) / 100, \quad (5.2)$$

где $C_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб.

$$C_{\text{э}} = (1,5 \cdot 2,3 + 2,0 \cdot 2,2 + 3,2 \cdot 4,1) \cdot 1,96 = 41,10 \text{ руб.}$$

C_m – стоимость материалов, израсходованных на изготовление данного приспособления, руб. (по таблице 5.3); $C_m = 5186,7$ руб.; $\%HP$ – процент накладных расходов; $\%HP = 300 - 450 \%$; $C_{п.и}$ – стоимость покупных изделий, руб.; $C_{п.и} = 14314$ руб.

Таким образом, стоимость приспособления:

$$C_{п} = 1040,4 + 41,10 + 5186,7 + 14314 + (1040,4 \times 350 \%) / 100 = 24223,6 \text{ руб.}$$

Снижение затрат труда на определение экскрементов, очистку и проведение моциона теленка составит [83, 127]:

$$\Delta Z_{\text{тр}} = Z'_{\text{тр}} - Z''_{\text{тр}}, \text{ чел.-ч,}$$

где $Z'_{\text{тр}}$ – затраты труда на определение экскрементов, очистке и проведению моциона базовой конструкции клетки, чел.-ч; $Z''_{\text{тр}}$ – затраты труда на определение экскрементов, очистке и проведение моциона предлагаемой конструкции клетки, чел.-ч.

$$Z'_{\text{тр}} = (H'_{\text{во}} \cdot N) \cdot \Pi_0 + (H'_{\text{вм}} \cdot N) \cdot \Gamma_{\text{д}}, \text{ чел.-ч,}$$

где $H'_{\text{во}}$ – норма времени на выполнение работ по определению экскрементов и очистке пола базовой клетки, ч; $H'_{\text{во}} = 0,25$ ч; N – количество скотников, обслуживающих одну клетку, чел.; $N = 1$ чел.; Π_0 – количество операций по очистке подвижного пола клетки за год, шт.; $H'_{\text{вм}}$ – норма времени на проведение моциона теленка, ч; $H'_{\text{вм}} = 2$ ч; $\Gamma_{\text{д}}$ – годовая загрузка клетки, дни; $\Gamma_{\text{д}} = 365$ дней.

Следует учесть, что при нахождении теленка в предлагаемой клетке моцион проводится в клетке посредством ленты. В этом случае исключается необходимость выноса или выведения теленка во двор. Поэтому в этом случае труд скотника не оплачивается.

$$\Pi_0 = (\Pi_{\text{т}} N_0) \Gamma_{\text{д}}, \text{ шт.,}$$

где $\Pi_{\text{т}}$ – количество телят, содержащихся в клетке, гол.; $\Pi_{\text{т}} = 1$ гол.; N_0 – количество операций по определению экскрементов и очистке пола клетки в течение дня, шт.; $N_0 = 5$.

$$\Pi_0 = (1 \cdot 5) \cdot 365 = 1825 \text{ шт.}$$

Таким образом, затраты труда на обслуживание базовой клетки для содержания телят составят [83, 127]:

$$Z'_{\text{тр}} = (0,25 \cdot 1) \cdot 1825 + (2 \cdot 1) \cdot 365 = 1186,25, \text{ чел.-ч.}$$

Затраты труда на обслуживание предлагаемой конструкции клетки:

$$Z''_{\text{тр}} = (H''_{\text{во}} \cdot N) \cdot \Pi_0 + (H''_{\text{вм}} \cdot N) \cdot \Gamma_{\text{д}}, \text{ чел.-ч,}$$

где $H''_{\text{во}} = 0,05$ ч; $N = 1$ чел.

Норма времени на моцион теленку в этом случае не учитывается, так как моцион проводится в клетке. Соответственно, работа скотника по выносу или выведению теленка за пределы телятника не проводится.

$$Z''_{\text{тр}} = (0,05 \cdot 1) \cdot 1825 + (2 \cdot 0) \cdot 365 = 91,25 \text{ чел.-ч.}$$

Снижение затрат труда:

$$\Delta Z_{\text{тр}} = 1186,25 - 91,25 = 1095 \text{ чел.-ч.}$$

В процентном соотношении снижение затрат труда составит:

$$1095 \cdot 100 \% / 1186,25 = 92,3 \ \%.$$

Годовая экономия от внедрения разработанной клетки для содержания телят, оснащенной скребком очищающим будет складываться из двух составляющих [28]:

$$\mathcal{E}_{\text{Г}} = \mathcal{E}_{\text{Г.В}} - Z_{\text{э}}, \text{ руб.}, \quad (5.3)$$

где $\mathcal{E}_{\text{Г.В}}$ – годовая экономия от сокращения времени на определение экскрементов и очистку клетки, руб.; $Z_{\text{э}}$ – затраты электроэнергии на привод транспортерной ленты в течение года, руб.

Годовая экономия от сокращения времени на визуализацию экскрементов и очистку клетки и проведение моциона составит:

$$\mathcal{E}_{\text{Г.В}} = (H'_{\text{во}} T'_{\text{ч.с}} - H''_{\text{во}} T''_{\text{ч.с}}) \cdot \Pi_0 + (H'_{\text{вм}} T'_{\text{ч.с}} - H''_{\text{вм}} T''_{\text{ч.с}}) \cdot \Gamma_{\text{д}}, \quad (5.4)$$

где $T'_{\text{ч.с}}$, $T''_{\text{ч.с}}$ – тарифная ставка скотника при обслуживании базовой конструкции клетки, и предлагаемой, соответственно, руб./ч;

$$\mathcal{E}_{\text{Г.В}} = (0,25 \cdot 32,35 - 0,05 \cdot 32,35) + (2 \cdot 32,35 - 2 \cdot 0) \times 1825 = 129900. \quad (5.5)$$

Определим затраты электроэнергии, расходуемой на привод транспортерной ленты в течение года:

$$Z_{\text{э}} = ((W_{\text{пр}} \cdot H''_{\text{во}}) \cdot \Pi_0 + (W_{\text{пр}} \cdot H''_{\text{вм}}) \cdot 365) \cdot \mathcal{C}_{\text{э}}, \text{ руб.}, \quad (5.6)$$

где $W_{пр}$ – мощность, затрачиваемая на привод транспортной ленты, кВт;
 $W_{пр} = 0,92$ кВт (1,25 л.с); $C_э$ – цена 1 кВт электроэнергии, руб.; $C_э = 4,05$ руб.
(см. таблицу 5.1).

$$З_э = ((0,92 \cdot 0,05) \cdot 1825 + (0,92 \cdot 2,0) \cdot 365) \cdot 4,05 = 3059 \text{ руб.}$$

Таким образом, общая годовая экономия $\mathcal{E}_г$ от внедрения клетки с автоматическим контролем за загрязнением транспортной ленты и очисткой скребком очищающим:

$$\mathcal{E}_г = 129000 - 3059 = 125941 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости разработанной клетки определится как отношение ее стоимости изготовления к годовой экономии.

$$T = C_{пр} / \mathcal{E}_г \quad (5.7)$$

$$T = 24223,6 / 125941 = 0,2 \text{ года} = 2,38 \text{ мес.}$$

Как показывают расчеты экономической эффективности, снижение затрат труда при содержании теленка в клетке в сравнении с содержанием в клетке Эверса составило 92,3 %. Годовой экономический эффект от внедрения клетки 125 941 тыс. руб. Срок окупаемости одной клетки 0,2 года.

Результаты расчета приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Техничко-экономические показатели (ЗАО «Агрофирма «Волга»)

Показатели	Базовая (серийная) клетка Эверса	Новая (предлагаемая) с подвижным полом и скребком очищающим
1	2	3
Масса, кг	36	48
Прейскурантная цена, тыс. руб.	17	15
Балансовая стоимость, тыс. руб.	17	–
Установленная мощность, кВт	–	1,6
Затраты электроэнергии, руб.	–	3059
Время на визуальный контроль, очистку и дезинфекцию, ч	0,25	0,0083
1	2	3

1	2	3
Обслуживающий персонал, чел.: скотник (рабочий)	1	1
Часовая ставка, руб./чел.-ч	32,35	–
Амортизационные отчисления, %	16,2	16,2
Отчисления на ремонт и техническое обслуживание, %	20	20
Стоимость электроэнергии, руб./кВт ч	–	1,96
Затраты труда, чел.-ч/год	1186,25	91,25
Годовая загрузка, дни	365	365
Годовая экономия, руб.	–	125941
Срок окупаемости, год	–	0,2

Акты на внедрение клетки для содержания племенных телят с подвижным полом и скребком очищающим, и на ее производственные испытания приведены в приложении Ж и З.

5.3 Выводы

1. Проведенные производственные испытания позволили определить основные технико-экономические показатели клетки для содержания телят с автоматизированным контролем за загрязнением транспортной ленты и скребком очищающим. Годовая экономия эксплуатационных затрат составила 125 941 руб. Срок окупаемости капитальных вложений – 0,2 года.

2. Затраты ручного труда при обслуживании теленка в клетке с автоматизированным контролем, подвижным полом и скребком очищающим снижены на 92,3 %.

3. Остаток экскрементов теленка на ленте подвижного пола после скребка очищающего составил 2,2 % от всей массы экскрементов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате анализа литературных источников, в которых рассматривались вопросы содержания телят в клетках и уборки экскрементов, установлено, что большинство конструкций не предусматривает автоматического контроля за загрязнением пола клетки экскрементами телят с последующей механизированной уборкой и дезинфекцией.

2. На основании выполненного анализа конструкций клеток составлена классификация и предложена конструкция клетки для содержания телят с автоматизированным контролем за загрязнением транспортерной ленты и очищающим устройством. Новизна устройства подтверждена патентами на полезные модели № 75135 и № 81039 (РФ) и изобретение № 2490873 (РФ).

3. Теоретическими исследованиями получены аналитические выражения силы прижатия ленты подвижного пола к рабочей поверхности скребка, зазора между рабочей кромкой скребка и поверхностью ленты подвижного пола клетки для содержания телят, остатка экскрементов телят на ленте подвижного пола m после очистки скребком очищающим в зависимости от провисания ленты T , угла при вершине скребка β , угла наклона рабочей кромки скребка к плоскости поверхности ленты подвижного пола. Обоснованы конструктивные параметры транспортерной ленты: ширина – 1,5 м, скорость движения – 5 км/ч, мощность на привод – 0,92 кВт.

4. Проведенные исследования физико-механических свойств экскрементов телят в возрасте до 1 года показали, что плотность экскрементов телят составляет 930–1080 кг/м³, влажность 84–86 %, липкость к стали 2,35–2,80 Н/м², липкость к резине 3,85–4,28 кПа.

5. Экспериментальными исследованиями установлены зависимости содержания остатка экскрементов m на транспортерной ленте подвижного пола от величины провисания ленты T , от угла при вершине скребка β и угла наклона рабочей кромки скребка к плоскости поверхности ленты подвижного пола γ . Минимальное содержание остатка экскрементов на ленте подвижного

пола $m=2,2$ % от всей массы достигается скребком очищающим при провисании ленты $T=10$ мм, угле при вершине $\beta=90^\circ$, и угле наклона рабочей кромки скребка γ к поверхности ленты 70° .

6. Производственными испытаниями клетки с подвижным полом и скребком очищающим в ЗАО «Агрофирма «Волга» Марковского района Саратовской области при содержании телят «голштинской породы» было установлено, что остаток экскрементов на ленте после скребка очищающего составил 2,2 % от всей массы экскрементов, затраты труда снижены на 92,3 %. Годовая экономия эксплуатационных затрат составила 125 941 руб. Срок окупаемости капитальных вложений – 0,2 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алейник, С. Н.* Разработка и обоснование конструктивно-режимных параметров устройства для выпаивания телят молочного периода: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01: защищена 31.07.2000 / С. Н. Алейник. – Белгород, 2000. – 195 с.
2. *Алексеев, В. Н.* Совершенствование способа и средств механизации содержания новорожденных телят: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Алексеев Владимир Николаевич; Оренбургский ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственный институт. – Оренбург, 1992. – 16 с.
3. *Алексеев, В. Н.* Механизированный способ выращивания новорожденных телят. Совершенствование конструкций с.-х. техники / В. Н. Алексеев // Сб. науч. тр. – Уфа, 1988, С. 125–127.
4. *Алиева, Л. И.* Инновационная система управления процессом интеграции в АПК / Л. И. Алиева, Е. П. Никифорова, Р. Г. Нисанов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2007. – № 7. – С. 66–68.
5. *Баланин, В. И.* Микроклимат животноводческих зданий / В. И. Баланин. – СПб., 2003. – 136 с.
6. Беговые дорожки GuanWei. [Электронный ресурс] : Фабрика спортивных изделий Леко : Фирменный магазин Леко : <http://www.lecoshop.ru> (10.06.12).
7. *Белкин А. Р.* Принятие решений: комбинаторные модели аппроксимации информации: учеб. пособие для студ. заочн. формы обучения / А. Р. Белкин, М. Ш. Левин. – М. : Наука, 1990. – 160 с.
8. *Бендат, Дж.*, Измерение и анализ случайных процессов / Дж. Бендат, А. Пирсол. – М.: Мир, 1974. – 408 с.
9. Виды систем удаления навоза / И. И. Шигапов [и др.] // Научный вестник Технологического института – филиала ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». – 2016. – № 15. – С. 162–166.

10. В области сократилось поголовье скота и производство мяса [Электронный ресурс]: СарБК : Новости : <http://news.sarbc.ru/main/2016/03/18/166806.html>. (05.06.2016 г).

11. *Водяников, В. Т.* Экономика сельского хозяйства : учеб. пособие, 2-е изд., доп. / В. Т. Водяников, Е. Г. Лысенко, Е. В. Худякова. – М. : Лань, 2015. – 544 с.

12. *Водяников, В. Т.* Организация и управление производством на сельскохозяйственных предприятиях / В. Т. Водяников. – М. : КолосС, 2006. – 506 с.

13. *Вольдек, А. И.* Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов / А. И. Вольдек, В. В. Попов. – СПб. : Питер, 2008. – 350 с.: ил.

14. *Выгодский, М. Я.* Справочник по высшей математике / М. Я. Выгодский. – М., 1976. – 872 с.

15. Выращивание молодняка крупного рогатого скота [Электронный ресурс] : Биомедиа.РФ. Научно-популярный портал : <http://биомедиа.рф/nauka-i-praktika/tehnologii-i-innovacii/344-vyraschivanie-molodnyaka-krupnogo-rogatogo-skota.html> (04.12.2015).

16. *Грибов, В. Д.* Экономика организации (предприятия) : учебник, 10-е изд. стер. / В. Д. Грибов, В. П. Грузинов. – М.: Кнорус, 2016. – 416 с.

17. *Гриднев, П. И.* Влияние инновационных технологий уборки и подготовки навоза к использованию на эффективность производства продукции животноводства / П. И. Гриднев, Т. Т. Гриднева // Вестник Всероссийск. науч.-исслед. института меха-ции животновод-ва. – 2011. – Т. 22. – № 4. – С. 16–26.

18. *Гриднев, П. И.* Основные направления совершенствования технологий и технических средств для уборки навоза из помещений и подготовки его к использованию / П. И. Гриднев, Т. Т. Гриднева // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 3. – С. 20–24.

19. *Гриднев, П. И.* Результаты испытаний технических средств для уборки навоза из животноводческих помещений / П. И. Гриднев, Т. Т. Гриднева //

Вестник Всероссийск. науч.-исследоват. института механизации животноводства. – 2012. – № 4 (8). – С. 41–48.

20. *Гриднев, П. И.* Перспективные направления развития машинных технологий уборки навоза из помещений и подготовка его к использованию / П. И. Гриднев, Т. Т. Гриднева // Вестник Всероссийск. научн.-исследоват. института механизации животноводства. – 2012. – № 1 (5). – С. 52–58.

21. *Гриднев, П. И.* Особенности системы технологий и машин для комплексной механизации процессов уборки и подготовки навоза к использованию / П. И. Гриднев, Т. Т. Гриднева // Вестник Всероссийск. научн.-исследоват. института механизации животноводства. – 2013. – № 4 (12). – С. 102–109.

22. *Гриднев, П. И.* Потребность сельского хозяйства страны в основных технических средствах для уборки и подготовки навоза к использованию / П. И. Гриднев, Т. Т. Гриднева // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 2. – С. 12–15.

23. *Губейдуллин, Х. Х.* Удаление навоза из животноводческих комплексов с применением современных технических средств / Х. Х. Губейдуллин, И. И. Шигапов, В. А. Кологреев // Естественные и технические науки. – 2012. – № 6 (62). – С. 580–583.

24. *Демин Е. Е.* Совершенствование технологических процессов технических средств погрузки навоза: дис. ... д-ра техн. наук : защищена 2007 / Е. Е. Демин. – Саратов, 2007. – 480 с.

25. Деревянная клетка конструкции Эверса [Электронный ресурс] : Помещение для содержания крупного рогатого скота. http://www.ogorod01.narod.ru/zhiv_korov_korovnik.html (11.04.2014).

26. Домики и боксы для телят [Электронный ресурс] : Оборудование для содержания скота. Домики и боксы для телят. <http://www.agritechnik.ru/catalog.aspx> (05.06.2015 г.).

27. Единые нормы амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов народного хозяйства [Электронный ресурс] :

Консультант Плюс – надежная правовая поддержка. Постановление Совмина СССР от 22.10.1990 № 1072 «О единых нормах амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов народного хозяйства СССР». http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_1927/ (14.02.2017 г.).

28. *Ефимов, О.Н.* Экономика предприятия : учеб. пособие / О. Н. Ефимов. – Саратов : Вузовское образование, 2014. – 732 с.

29. Животноводство в Саратовской области: поголовье падает, надои растут. [Электронный ресурс] : Экономика и бизнес Поволжья. <http://www.business-vector.info/?p=24862> (05.06.2016).

30. Жидкий стул у месячных телят [Электронный ресурс] : Животноводство, птицеводство, звероводство. Ветеринарный форум. <http://farmerforum.ru/viewtopic.php?t=163> (05.06.2015 г.).

31. *Заводов, В.* Микроклимат – жизненная необходимость высокопродуктивного скотоводства / В. Заводов, А. Заводов // Молочное и мясное скотоводство. – 2006. – № 4. – С. 13–15.

32. *Иванов, А. А.* Этология с основами зоопсихологии. учеб. пособие для вузов / А. А. Иванов. – СПб. : Лань, 2007. – 624 с.

33. *Иванов, Ю. А.* Автоматизация процессов как фактор модернизации животноводства и его инновационного развития / Ю. А. Иванов, Н. Н. Новиков // Вестник Всероссийск. научн.-исследоват. института механизации животноводства. – 2013. – № 1 (9). – С. 62–69.

34. Ижагромаш [Электронный ресурс] : Очистка стойл, боксов, станков и клеток : <http://izhagro.ru/Статьи/Очистка-стойл-боксов-станков-и-клеток.html> (11.04.2015).

35. Исследование физико-механических свойств свиного подстилочного навоза / В. Д. Хмыров [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1. – С. 45–47.

36. Исследование физико-механических свойств гранулированного органического удобрения из подстилочного овечьего навоза / В. Д. Хмыров [и

др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1. – С. 145–149.

37. Исследование коэффициентов внутреннего и внешнего трения гранулированных органических удобрений, изготовленных из подстилочного овечьего навоза / Д. В. Гурьянов [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1. – С. 145–149.

38. *Киров, Ю. А.* Результаты экспериментальных исследований центрифуги для разделения навозных стоков на фракции / Ю. А. Киров // Научное обозрение. – 2012. – № 1. – С. 140–145.

39. Клетка для телят. Северо-Кавказский научно-исследовательский институт животноводства [Электронный ресурс] : статья // Клетки для телят. – Режим доступа : <http://www.agroyug.ru/html/edit/download/33.pdf> (20.07.2015).

40. Клетки для содержания телят в профилактории [Электронный ресурс] : Дом и хозяйство. Советы фермеру и хозяину. http://ruani.ru/kletki_dlya_soderzhaniya_telyat_v_profilaktorii.html (05.10.2014).

41. Клетки для телят Zimmermann [Электронный ресурс] : Nestor expo. Zimmermann Stalltechnik GmbH. Животноводство. <http://www.nestorexpo.com/belagro/index.pl?act=INFO&stand=2891> (16.06.12).

42. *Ковалев, Н. Г.* Совершенствование систем управления процессами уборки и подготовки навоза к использованию / Н. Г. Ковалев, П. И. Гриднев, Т. Т. Гриднева // Вестник Всероссийск. науч.-исследоват. института механизации животноводства. – 2013. – № 4 (12). – С. 81–86.

43. *Коба, В. Г.* Механизация и технология производства продукции животноводства : учебник для вузов / В. Г. Коба, Н. В. Брагинец, Д. Н. Мурусидзе. – М. : КолоС, 1999. – 528 с. : ил.

44. *Ковалев, Н. Г.* Уборка и утилизация на фермах крупного рогатого скота / Н. Г. Ковалев, Н. П. Погребная, О. Г. Егорова. – М. : Россельхозиздат, 1981. – 48 с. : схем.

45. *Козлов, А. Ю.* Статистический анализ данных в MS Excel : учеб. пособие / А. Ю. Козлов, В. С. Мхитарян, В. Ф. Шишов. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 320 с.

46. *Кокорина, Е. К.* Состояние здоровья, резистентность и развитие телят в зависимости от условий содержания / Е. К. Кокорина, Л. Я. Иванова // Изв. Тимирязевской с.-х. академии. – 1992. – Вып. 2. – С. 194–199.

47. Компоненты ленточного конвейера [Электронный ресурс] : Megabelt. Конструкторам. http://www.megabelt.ru/transp_lenti/cnstructoram.htm (12.05.2015).

48. Комплексные решения по вводу в эксплуатацию животноводческих комплексов, с использованием самых передовых технологий [Электронный ресурс] : Экомол. Каталог продукции. <http://eco-mol.ru/products> (05.10.2014).

49. *Куденко, В. Б.* Технология уборки и переработки навоза глубокой подстилки / В. Б. Куденко, В. Д. Хмыров, В. С. Калинин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2011. – № 2–2. – С. 40–44.

50. *Кругляков, Г. Н.* Товароведение продовольственных товаров / Г. Н. Кругляков, Г. В. Круглякова. – Ростов н/Д.: МарТ, 1999. – 448 с.

51. *Ларичев, О. И.* Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах : учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / О. И. Ларичев. – М. : Логос, 2002. – 382 с.

52. *Левитская, О. Н.* Курс теории механизмов и машин : учеб. пособие для вузов / О. Н. Левитская, Н. И. Левитский. – М. : Высш. шк., 1985. – 279 с.

53. *Линева, А. М.* Физиологические показатели нормы животных. Справочник / А. М. Линева. – Москва, Изд-во «Аквариум Бук», 2008. – 254 с.

54. Ленты конвейерные резинотканевые [Электронный ресурс] : Технические условия. Межгосударственный стандарт «Ленты конвейерные резинотканевые». О лентах. <http://конвейер-транспорт.рф/o-lentah> (05.10.2012).

55. Мелер, А. Постройки и оборудование для содержания крупного рогатого скота / А. Мелер, В. Хейнич; пер. с нем. Е. А. Девиса и В. В. Афанасьева; под ред. и с предисл. канд. архитектуры В. С. Алимова. – М. : Колос, 1974. – 560 с. : ил.

56. Межгосударственный стандарт ГОСТ 20–85. Ленты конвейерные резиноканевые. Технические условия. ИПК Издательство стандартов. – М., 2004.

57. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. Часть 2. Нормативно-справочный материал. – М., 2001. – 251 с.

58. Министерство сельского хозяйства Саратовской области [Электронный ресурс] : Программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области на 2014-2020 гг. <http://minagro.saratov.gov.ru> (15.05.2015).

59. Митропольский, А. К. Техника статистических вычислений / А. К. Митропольский. – М. : Наука, 1971. – 576 с. : ил.

60. Монтгомери, Д. К. Планирование эксперимента и анализ данных / Д. К. Монтгомери ; пер. с англ. – Л. : Судостроение, 1980. – 384 с. : ил.

61. Мосолов, Н. Д. Кормление сельскохозяйственных животных. Учебное пособие для вузов / Н. Д. Мосолов, Л. А. Битый. – Киев: Высшая школа, 1990. – С. 232–240.

62. Ногин, В. Д. Упрощенный вариант метода анализа иерархий на основе нелинейной свертки критериев / В. Д. Ногин // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2004. – Т. 44. – № 7. – С. 1259–1268.

63. Морозов, Н. М. Основные факторы повышения продукции животноводства / Н. М. Морозов // Научные труды ГНУВНИИМЖ. – Подольск, 2006. – Т. 16.2.1. – С. 125.

64. Нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота (взамен ОНТП 1-89) НТП 1-99 [Электронный ресурс] : Нормы

технологического проектирования :
http://gostbank.metaltorg.ru/data/norms_new/ntp/5.pdf (04.12.2014).

65. *Овчинников, А. А.* Реализация генетического потенциала теленка при индустриальной технологии содержания / А. А. Овчинников, Е. Н. Чернова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2012. – № 6 (92). – С. 54–57.

66. *Овчинников, А. А.* Ресурсосберегающая клетка для содержания животных / А. А. Овчинников, Е. Н. Чернова // Проблемы экономичности и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания : сб. науч. тр. – Саратов, 2010. – № 22. – С. 83–84.

67. *Овчинников, А. А.* Некоторые вопросы энергосбережения в животноводстве / А. А. Овчинников, Е. Н. Чернова // Вавиловские чтения – 2009 : сб. науч. тр. – Саратов, 2009. – С. 317–320.

68. *Овчинников, А.А.* Экспериментальная установка для содержания телят / А. А. Очинников, Е. Н. Чернова // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 120-летию со дня рождения академика В. Л. – Йошкар-Ола, 2008. – С. 295–296.

69. О мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 6 августа 2014 № 560 «О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс] : Перечень сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, страной происхождения которых являются Соединенные Штаты Америки, страны Европейского союза, Канада, Австралия и Королевство Норвегия и которые сроком на один год запрещены к ввозу в Российскую Федерацию. <http://government.ru/media/files/41d4f8cdfceb731522d2.pdf> (04.05.2015).

70. Определение необходимого угла обхвата лентой приводного барабана [Электронный ресурс] :KazEdu. Рефераты. Промышленность, производство : <https://www.kazedu.kz/referat/180176/3> (05.08.2016).

71. Острые проблемы в животноводстве и возможные пути их решения [Электронный ресурс] : Аграрный сектор. Животноводство. Новости :

<https://agrarnyisector.ru/zhivotnovodstvo/ostrye-problemy-v-zhivotnovodstve-i-vozmozhnye-puti-ikh-resheniya.html> (10.06.2015).

72. Павлов, П. И. Физико-механические свойства сельскохозяйственных грузов / П. И. Павлов, Е. Е. Демин, О. В. Шок. – Саратов, 2006. – 132 с.

73. Пат. 1042707 Российская Федерация. МПК А01К1/02. Клетка для содержания телят / Балан И. А., Борзило А. Н., Никитин В. Д., Гончаренко В. А. – № 3432877/30-15 ; заявл. 28.04.1982 ; опубл. 23.09.1983. Бюл. № 35. – 2 с.

74. Пат. 1583102 Российская Федерация. МПК⁵ А61D7/00. Устройство для содержания новорожденных телят / Карташов Л. П., Соловьев С. А., Алексеев В. Н., Бухарин О. В. – 4316324/31–15 ; заявл. 13.07.1987 ; опубл. 07.08.1990. Бюл. № 29. – 4 с.

75. Пат. 1771409 Российская Федерация. МПК⁵ А01К1/02. Клетка для содержания телят / Альсеитов Г. С., Гордиевских М. Л., Сарсембин К. К., Красикова Л. В. – № 4873905/15 ; заявл. 11.10.1990 ; опубл. 23.10.1992. Бюл. № 39. – 3 с.

76. Пат. 2129778⁽¹³⁾ С1 Российская Федерация, МПК⁶ А01К1/00. Бокс для содержания коров и новорожденных телят / Пономарев А. Ф., Ужик В. Ф., Корнейко А. А., Алейник С. Н. – № 98102672/13 ; заявл. 12.02.1998 ; опубл. 10.05.1999, Бюл. № 13. – с. 9.

77. Пат. 2076586 Российская Федерация. МПК⁶ А01К1/00. Устройство для уборки навоза / Седунов В. А., Терентьев Н. А. – 94005714/13 ; заявл. 18.02.1994 ; опубл. 20.10.2002. Бюл. № 20. – 5 с.

78. Пат. 2373700 Российская Федерация. МПК А01К 1/00. Профилакторий для телят / Терентьев Н. А. – № 2007114005/12 ; заявл. 13.04.2007 ; опубл. 20.10.2008. Бюл. № 33. – 8 с.

79. Пат. 75135 Российская Федерация, МПК А 01К 29/00. Клетка для содержания животных [Текст] / Овчинников А. А., Шкуратов А. В., Чернова, Чугунова Ю. О.; заявитель и патентообладатель Саратовский ГАУ имени Н. И. Вавилова. – № 2008109328/22; заявл. 11.03.2008; опубл. 27.07.2008, Бюл. № 21. – 1 с.

80. Пат. 81038 Российская Федерация, МПК А 01К 1/01, А01К 29/00. Устройство автоматической очистки клетки для содержания животных [Текст] / Шкуратов А. В., Чернова Е. Н., Бугарь А. В., Рокитянская Е. Г.; заявитель и патентообладатель Саратовский ГАУ имени Н. И. Вавилова. – № 2011152959/13; заявл. 23.12.2011; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 24. – 6 с.

81. Пат. 2490873 Российская Федерация, МПК А 01К 29/00. Клетка для содержания животных [Текст] / Шкуратов А. В., Овчинников А. А., Чернова, Чугунова Ю. О.; заявитель и патентообладатель Саратовский ГАУ имени Н. И. Вавилова. – № 2008109328/22; заявл. 11.03.2008; опубл. 27.07.2008, Бюл. № 21. – 1 с.

82. Пат. 141848 Российская Федерация. МПК А01К 1/02. Клетка для индивидуального содержания новорожденных телят / Христенко А. Г., Пшенов Е. А., Изюрова Ю. А., Кандэй М. О. – 2013157416/13 ; заявл. 21.12.2013 ; опубл. 20.06.2014. Бюл. № 17. – 3 с.

83. *Пасько, В. И.* Экономика и организация технического сервиса : учеб. пособие для вузов / В. И. Пасько, Н. А. Щербакова, Ю. Б. Емелин // ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2011. – 50 с.

84. Перевозки отчаяния [Электронный ресурс] : Безмолвный ковчег. Джульет Геллатли и Тони Уордл . Вита. Центр защиты прав животных. Защита сельскохозяйственных и пушных животных. <http://www.vita.org.ru/veg/veg-literature/gellatli-bezmolvni.htm> (05.06.2015 г.).

85. Пластиковый домик для теленка [Электронный ресурс] : Пласто. Домик для теленка, индивидуальные домики, групповые домики для телят. <http://www.plasto.ru> (16.06.14).

86. Подъемно-транспортные машины : учебник для вузов / М. Н. Ерохин [и др.]; под ред. М. Н. Ерохина и С. П. Казанцева. – М. : КолосС, 2010. – 335 с. : ил.

87. Пособие по проектированию конвейерного транспорта [Электронный ресурс] : Ленточные конвейеры (к СНИП 2.05.07-85). – М. : Стройиздат, 1988. – 25 с. <http://stroytenders.ru/docs/1/35/102/document.pdf> (17.12.2015).

88. Потребление мяса на душу населения (таблица) [Электронный ресурс] : Потребление продуктов на душу населения. <http://infotables.ru/statistika/74-demografiya-v-stranakh-mira/827-potreblenie-produktov-pitaniya> (14.10.2015).

89. Привязное содержание коров [Электронный ресурс] : Аграрный сектор. <http://agrarnyisector.ru/zhivotnovodstvo/privyaznoe-soderzhanie-korov.html> (20.06.2015).

90. Проблемы животноводства [Электронный ресурс] : <http://www.ecoethics.ru/old/b01/61.html> (05.06.2015 г).

91. Проблемы применения навоза в Беларуси, России и пути их решения / В. Г. Самосюк [и др.] // Вестник Всероссийск. научн.-исследоват. института механизации животноводства. – 2011. – Т. 1. – № 4. – С. 16–26.

92. Программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков с.-х. продукции сырья и продовольствия в Саратовской области на 2014 – 2020 гг. [Электронный ресурс] : Областной уровень – Министерство сельского хозяйства : <http://minagro.saratov.gov.ru> (24.10.2011).

93. Разведение сельскохозяйственных животных. Лекции. [Электронный ресурс] : Значение мяса в питании людей. <http://sxedu.ru/sxrazv.html> (25.10.2014).

94. *Румшинский, Л. З.* Математическая обработка результатов эксперимента: справочное пособие / Л. З. Румшинский. – М. : Наука. ФИЗМАТЛИТ, 1971. – 192 с.

95. *Саати, Т. Л.* Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Л. Саати; пер. с англ. – М., 1993. – 278 с.

96. *Сафронов, В. В.* Основы системного анализа: методы многовекторной оптимизации и многовекторного ранжирования / В. В. Сафронов. – Саратов : Научная книга, 2009. – 329 с.

97. Системы и оборудование для выращивания телят: учеб. пособие / В. А. Клейменов [и др.]. – Белгород, 1991.

98. Системы и оборудование для выращивания телят / С. А. Булавин [и др.] // БелГСХА. – Белгород : Изд-во БелГСХА, 2007. – 147 с.

99. Совершенствование технологии и технических средств для очистки сточных вод на животноводческих фермах / Х. Х. Губейдуллин [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2012. – № 7. – С. 51–55.

100. Современные очистители навоза и их параметры / Х. Х. Губейдуллин [и др.] // Аграрная наука. – 2014. – № 8. – С. 28–30.

101. Содержание телят [Электронный ресурс] : Биг-фермер. <http://big-fermer.ru> (20.08.2015).

102. Спирально-винтовые механизмы для очистки животноводческих комплексов / Х. Х. Губейдуллин и др. // Научный вестник Технологического института – филиала ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». – 2012. – № 10. С. 60–66.

103. Способы выращивания телят [Электронный ресурс] : Животноводство КРС. <http://www.zivotnovodstvo.ru/sposoby-vyrashhivaniya-telyat/> (11.05.2015).

104. *Старцев, А. С.* Методика проведения экспериментальных исследований очистки клетки для содержания животных скребком-очистителем / А. С. Старцев, Е. Н. Чернова // Аграрная наука в VIII веке: проблемы и перспективы : сб. науч. тр.; ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – С. 121–125.

105. *Старцев, А. С.* Физико-механические свойства навоза, влияющие на качество очистки ленты клетки для содержания животных / А. С. Старцев, Е. Н. Чернова // Аграрная наука в VIII веке: проблемы и перспективы : сб. науч. тр.; ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – С. 125–126.

106. *Старцев, А. С.* Теория очистки подвижной ленты клетки для содержания телят скребком очищающим / А. С. Старцев, Е. Н. Чернова, Г. Е. Шардина // Научное обозрение. – 2015. – № 16. – С. 44–54.

107. *Старцев, А. С.* Экспериментальная зависимость содержания остатка экскрементов на транспортной ленте клетки для содержания телят от угла

наклона скребка очищающего к плоскости ленты / А. С. Старцев, Е. Н. Чернова // Научная мысль. Саратов, 2015. – С. 222–227.

108. *Старцев, А. С.* Результаты экспериментальных исследований по определению остатка экскрементов на транспортной ленте клетки для содержания телят в зависимости от скорости движения ленты / А. С. Старцев, Е. Н. Чернова // Научная мысль. Саратов, 2015. – С. 228–231.

109. *Старцев, А. С.* Математическое выражение для провисания подвижной ленты клетки для содержания телят / А. С. Старцев, Е. Н. Чернова // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рождения профессора А.Г. Рыбалко; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – С. 70–85.

110. Статьи о животноводстве [Электронный ресурс] : Способы содержания телят. <http://sibangar.ru> (20.06.2015).

111. Типовой проект 4.800-3 [Электронный ресурс] : Каталог типовых проектов. Каталог архивных типовых проектов. <http://www.tipdoc.ru> (16.06.12).

112. *Терентьев, Н. А.* Оптимальные параметры и режимы работы комбинированного агрегата для уборки навоза с преддоильно-последоильных площадок пастбищных доильных центров: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Терентьев Николай Афанасьевич ; Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия им. Н. В. Верещагина. – СПб., 1996. – 18 с.

113. Технические средства для удаления навоза из животноводческих комплексов / Х. Х. Губейдуллин [и др.] // Научный вестник Технологического института – филиала ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». – 2013. – № 11. – С. 109–112.

114. *Третьяк, Л. А.* Экономика сельскохозяйственной организации : учеб. пособие. – 2-е изд. / Л. А. Третьяк, Н. С. Белкина, Е. А. Лиховцева. – М. : Дашков и К, 2012. – 400 с.

115. Уборка и переработка навоза спирально-винтовыми рабочими органами / В. Г. Артемьев [и др.] // Сб. науч. тр., посвящ. 75-летию д-ра техн. наук, профессора В.Г. Артемьева. – Ульяновск, 2013. – С. 74–77.

116. Установка для перемещения навозной массы / Х. Х. Губейдуллин [и др.] // Аграрная наука. – 2016. – № 6. – С. 25–27.

117. Устройство для подбора и погрузки подстилочного навоза / В. Д. Хмыров [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2. – С. 42–44.

118. *Хмыров, В. Д.* Экспериментальная установка ворошителя-погрузчика подстилочного навоза / В. Д. Хмыров. Ю. В. Гурьянова // Наука и образование: тенденции и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Мичуринск, 2014. – С. 160–164.

119. Холодильные машины: учебник для вузов / А. В. Бараненко [и др.]. – СПб. : Политехника, 1997. – 497 с.

120. «Холодный» метод выращивания телят [Электронный ресурс] : Форум. Животноводство. Крупный рогатый скот. Содержание КРС. <https://fermer.ru/forum/soderzhanie-i-kormlenie-krs/22850> (07.06.2015 г).

121. *Чернова, Е. Н.* Возможности автоматизации клетки для телят с подвижным полом / Е. Н. Чернова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2013. – № 12. – С. 49–51.

122. *Чернова, Е. Н.* Выбор эффективного, по совокупности критериев, варианта клетки для содержания телят / Е. Н. Чернова // Научное обозрение. – 2013. – № 3. – С. 13–19.

123. *Чернова, Е. Н.* Выращивание здорового молодняка / Е. Н. Чернова // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рождения профессора В. Г. Кобы ; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2011. – С. 252–243.

124. *Чернова, Е. Н.* Применение критериального подхода для выбора конструкций клеток / Е. Н. Чернова // Актуальные проблемы энергетики АПК : сб. науч. тр.; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2012. – С. 287–289.

125. *Чернова, Е. Н.* Технология уборки навоза / Е. Н. Чернова // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники в АПК: сб. науч. тр.; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2011. – С. 64–66.

126. Чернова, Е. Н. Возможности автоматизация клетки для телят с подвижным полом / Е.Н. Чернова / Вестник Саратовского госагроуниверситета имени Н.И.Вавилова. – 2013. – №12. С. 57–60.

127. Шигапов, И. И. Современные технологии уборки и удаления навоза из животноводческих объектов с использованием спирально-винтовых устройств / И. И. Шигапов, В. Г. Артемьев, Х. Х. Губейдуллин // Естественные и технические науки. – 2013. – № 2 (64). – С. 393–396.

128. Экономика предприятий АПК : учеб. пособие / Л. Ю. Евсюкова [и др.]; Саратовский ГАУ. – Саратов, 2016. – 56 с.

129. Экономика России, цифры и факты. Часть 2. Сельское хозяйство. [Электронный ресурс] : Животноводство. <http://utmagazine.ru/posts/10086-ekonomika-rossii-cifry-i-fakty-chast-2-selskoe-hozyaystvo> (10.04.2015).

130. Яблонский, А. А. Курс теоретической механики: учебник. – 5-е изд., испр. / А. А. Яблонский. – М. : Высш. Шк., 1977. – 430 с.: ил.

131. Jungbluth, Tomas. Technik Tierhaltung. UTBG rundwissen Bachelor Verlag Eagen / Tomas Jungbluth, Wolfgang Buscher, Monika Krause // Ulmer Stuttgart. – 2006. s.364.

132. Draper, N. R. Applied regression analysis / N. R. Draper, H. Smith. – New York : Wiley, 1966. – 407 p.

133. Kalvbox [Электронный ресурс] : Moving Floor. Liggbas. Stallinredning. Svininredning : <http://movingfloor.se/> (12.04.2016).

134. Technik fur Tierhaltung nur fur Osterreich [Электронный ресурс] : ENRET. Labor – und Pharmatetechnik : <http://www.ehretlab.com/portfolio/technik-fuer-tierhaltung> (24.07/2016).

135. Kalberstande [Электронный ресурс] : FUCHS. Liegeboxen. Kalberstalle. Schieberentmistung : <http://www.stalltechnik-fuchs.de/rinder/kaelberstaelle.htm> (14.02.2016).

136. Zhivotnovodstvo [Электронныйресурс] : Krs.Vyraschivanietyat. <http://fermerznaet.com> (15.07.2015).

137. Dietary approaches to keeping calves healthy [Электронный ресурс] : J.

D. Quigley, III Diamond V Mills Cedar Rapids, IA :
<http://www.calfnotes.com/pdffiles/CNppt02.pdf> (21.05.2017).

138. Cow calf hutches / houses / cages [Электронный ресурс] :
 Alibaba.com. Yangzhou Muwang Stockbreeding App :
<https://www.alibaba.com/product-detail/Cow-calf-hutches-houses-cages>
 (17.02.2016).

139. Middle outdoor cow house / calf hutch / cattle cage [Электронный
 ресурс] : Alibaba.com. hebei Yomo Machinery Tecynology Co... :
<https://www.alibaba.com/product-detail/Middle-outdoor-cow-house-calf-hutch>
 (02.06/2017).

140. Calf Rearing practice [Электронный ресурс] : Calf. Practical manual
 for small scale Dairy farmer in Vletnam. Hanoi 2009 :
[http://cdn.dairyasia.org/dairyasia/file/Information/Manuals_dairy_extension_mat
 erials/Calf_rearing_dairy_vietnam.pdf](http://cdn.dairyasia.org/dairyasia/file/Information/Manuals_dairy_extension_materials/Calf_rearing_dairy_vietnam.pdf) (10.07.2017).

141. Cages for calfs [Электронный ресурс] : Allbiz :
<https://uz.all.biz/en/cages-for-calfs> (10.07.2017).

142. Det har ar movingfloor. Moving Floor explainer video English
 [Электронный ресурс] : Lonsamma ralvboxar och Liggbas. Moving floor
 concept. <http://movingfloor.se/> (12.05.2014).

ПРИЛОЖЕНИЯ



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU (11)

75 135 (13) U1

(51) МПК

A01K 29/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ (титульный лист)

(21), (22) Заявка: 2008109328/22, 11.03.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.03.2008

(45) Опубликовано: 27.07.2008 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

410012, г.Саратов, Театральная пл., 1,
Саратовский государственный аграрный
университет имени Н.И. Вавилова, патентный
отдел

(72) Автор(ы):

Овчинников Александр Андреевич (RU),
Шкуратов Александр Васильевич (RU),
Чернова Елена Николаевна (RU),
Чугунова Юлия Олеговна (RU)

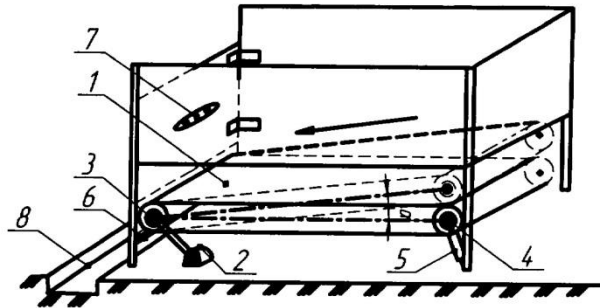
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Саратовский государственный
аграрный университет имени Н.И. Вавилова"
(RU)

(54) КЛЕТКА ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ЖИВОТНЫХ

(57) Формула полезной модели

Клетка для содержания животных, включающая пол, стенки и средства воздействия на животных, отличающаяся тем, что пол выполнен в виде транспортера с возможностью изменения угла его наклона, под которым установлен скребок для очистки ленты транспортера, а средства воздействия на животных расположены на задней стенке клетки.



RU 75135 U1

RU 75135 U1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 81039 г.

КЛЕТКА ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ЖИВОТНЫХ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2008140456

Приоритет полезной модели 13 октября 2008 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 марта 2009 г.

Срок действия патента истекает 13 октября 2018 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам



Б.И. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **81 039** (13) **U1**
(51) МПК
A01K 29/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ (титульный лист)(21), (22) Заявка: **2008140456/22**, **13.10.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.10.2008(45) Опубликовано: **10.03.2009** Бюл. № 7

Адрес для переписки:
**410012, г.Саратов, Театральная пл., 1, ФГОУ
ВПО "Саратовский государственный аграрный
университет имени Н.И. Вавилова", патентный
отдел**

(72) Автор(ы):

**Овчинников Александр Андреевич (RU),
Шкуратов Александр Васильевич (RU),
Ерошенко Геннадий Петрович (RU),
Чернова Елена Николаевна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Саратовский государственный
аграрный университет имени Н.И. Вавилова"
(RU)**

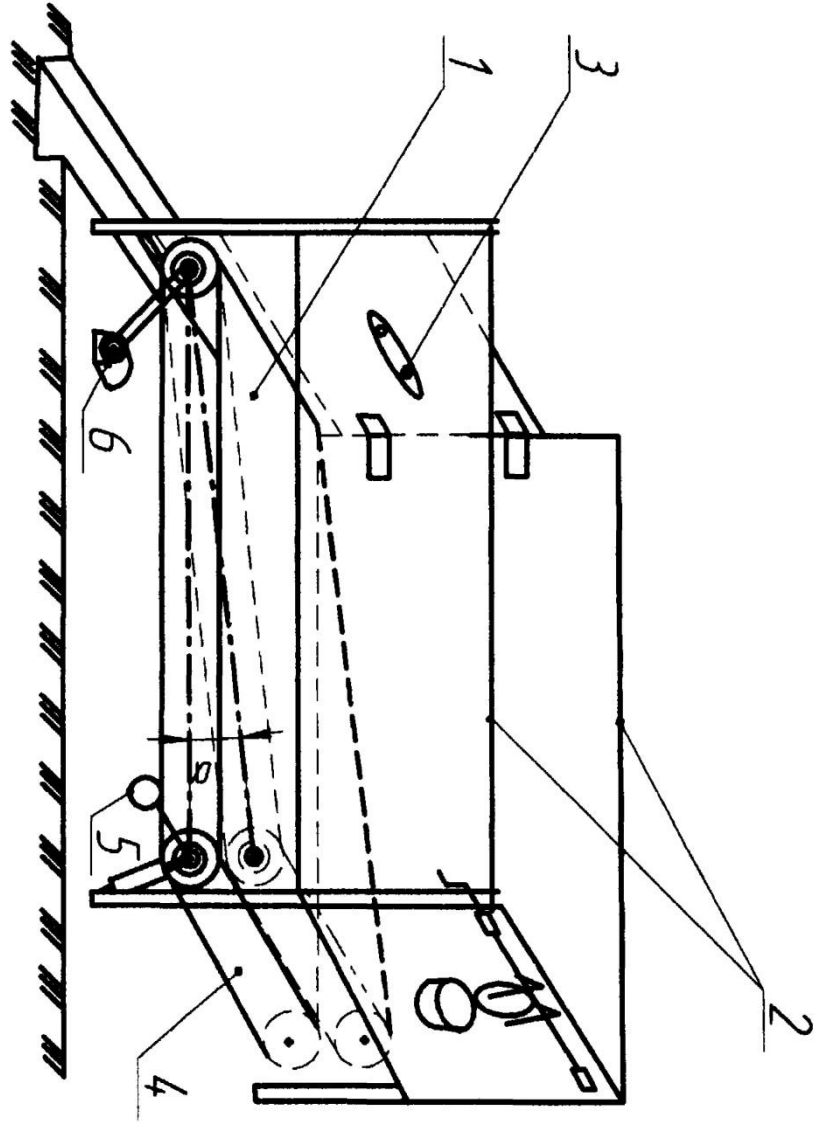
(54) КЛЕТКА ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ЖИВОТНЫХ

(57) Формула полезной модели

Клетка для содержания животных, включающая пол, выполненный в виде транспортера с возможностью изменения угла его наклона, стенки и средства воздействия на животных, отличающаяся тем, что на валике транспортера установлен датчик скорости вращения валика транспортера, выход которого подключен к первому входу компаратора, выход которого подключен к первому входу коммутатора, второй вход компаратора подключен к выходу устройства задания скорости вращения валика транспортера, первый выход коммутатора подключен к входу электрической машины транспортера с возможностью изменения режима ее работы по сигналу компаратора с режима двигателя на режим генератора, при этом в режиме работы в качестве двигателя вход электрической машины подключен через второй вход коммутатора к выходу устройства задания скорости вращения валика транспортера, а в режиме работы в качестве генератора вход электрической машины подключен через второй выход и третий вход коммутатора к устройству переключения режимов работы электрической машины, выход которой подключен через четвертый вход и третий выход коммутатора к электрической нагрузке.

RU
81039U1

RU
81039U1



RU 8 1 0 3 9

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2490873

**УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ КЛЕТКИ
ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ЖИВОТНЫХ**

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2011152959

Приоритет изобретения **23 декабря 2011 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **27 августа 2013 г.**

Срок действия патента истекает **23 декабря 2031 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 490 873** ⁽¹³⁾ **С1**

(51) МПК
A01K 1/01 (2006.01)
A01K 29/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011152959/13, 23.12.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.12.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.12.2011

(45) Опубликовано: 27.08.2013 Бюл. № 24

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 75135 U1, 27.07.2008. SU 1604285 A1,
07.11.1990. US RE36847 E1, 05.09.2000. US
4011837 A, 15.03.1977.

Адрес для переписки:

410012, г.Саратов, Театральная пл., 1,
ФГБОУ ВПО "Саратовский
государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Шкуратов Александр Васильевич (RU),
Чернова Елена Николаевна (RU),
Бугарь Александр Вячеславович (RU),
Рокитянская Елена Геннадьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Саратовский государственный аграрный
университет имени Н.И. Вавилова" (RU)

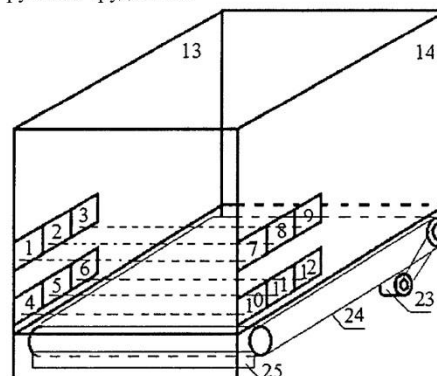
RU 2 4 9 0 8 7 3 С 1

(54) УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ КЛЕТКИ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ЖИВОТНЫХ

(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскому хозяйству. Предложенное устройство автоматической очистки клетки для содержания животных, в которой пол клетки выполнен в виде транспортера 24, под которым установлен скребок 25 для очистки ленты транспортера, содержит два ряда источников 1-6 сигналов на одной стороне клетки 13, два ряда соответствующих им приемников 7-12 сигналов на другой стороне 14 клетки. Нижний ряд источников 4-6 и приемников 10-12 сигналов установлен непосредственно над уровнем ленты транспортера 24. Верхний ряд источников 1-3 и приемников 7-9 сигналов расположен на 20-40 см выше нижнего ряда. Выход каждого приемника 10-12 сигнала нижнего ряда, смонтированного под приемником 7-9 сигнала верхнего ряда, через инвертор соединен с входом соответствующего ему элемента «И», второй вход которого связан с соответствующим приемником 7-9 сигнала

верхнего ряда. Выходы всех схем «И» соединены с входом элемента «ИЛИ», выход которого через усилитель связан с электрическим двигателем транспортера 24. Изобретение обеспечивает улучшение условий содержания животных при уменьшении затрат ручного труда. 2 ил.



Фиг. 1

RU 2 4 9 0 8 7 3 С 1

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY(19) **RU** (11) **2 490 873** (13) **C1**(51) Int. Cl.
A01K 1/01 (2006.01)
A01K 29/00 (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2011152959/13, 23.12.2011

(24) Effective date for property rights:
23.12.2011

Priority:

(22) Date of filing: 23.12.2011

(45) Date of publication: 27.08.2013 Bull. 24

Mail address:

410012, g.Saratov, Teatral'naja pl., 1, FGBOU
VPO "Saratovskij gosudarstvennyj agrarnyj
universitet imeni N.I. Vavilova", patentnyj otdel

(72) Inventor(s):

Shkuratov Aleksandr Vasil'evich (RU),
Chernova Elena Nikolaevna (RU),
Bugar' Aleksandr Vjacheslavovich (RU),
Rokitjanskaja Elena Gennad'evna (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Saratovskij
gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni N.I.
Vavilova" (RU)(54) **DEVICE OF AUTOMATIC CLEANING OF CAGE FOR ANIMAL MANAGEMENT**

(57) Abstract:

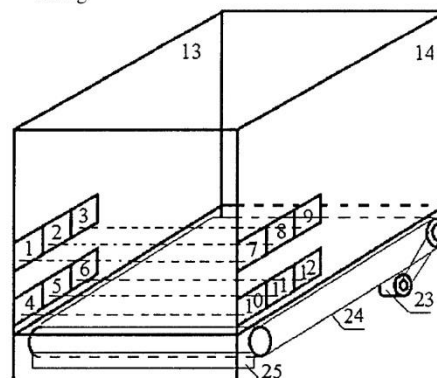
FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: invention relates to agriculture. The proposed device of automatic cleaning of cage for animal management, in which the cage floor is made in the form of a conveyor 24, under which a scraper 25 is mounted for cleaning the conveyor belt, comprises two rows of signal sources 1-6 on one side of the cage 13, two rows of signal receivers 7-12 corresponding to them on the other side 14 of the cage. The lower row of sources 4-6 and receivers 10-12 of signals is mounted directly above the conveyor belt 24. The upper row of sources 1-3 and receivers 7-9 of signals is located 20-40 cm above the lower row. The output of each signal receiver 10-12 of the lower row, mounted under the signal receiver 7-9 of the upper row, through the inverter is connected to the input of the AND element corresponding to it, the second input of which is connected to the corresponding signal receiver 7-9 of the upper row. The outputs of all AND circuits are connected to the input of the OR element which output via an

amplifier is connected to an electric motor of the conveyor 24.

EFFECT: invention provides improved conditions of animal management while reducing the amount of manual labor.

2 dwg



Фиг.1

RU 2 4 9 0 8 7 3 C 1

RU 2 4 9 0 8 7 3 C 1

RU 2 490 873 C1

Изобретение относится к сельскому хозяйству и может быть использовано для содержания животных.

5 Известны клетки для содержания животных в животноводческих помещениях с самоочищающимся полом (www.movingfloor.se), которые для содержания животных в чистоте выполняются с полом в виде ленты транспортера. Интервалы между очисткой пола можно регулировать вручную или автоматически при помощи компьютера. Данная конструкция позволяет уменьшить расход подстилки и экономить рабочее время.

10 Недостатком данного устройства является периодичность уборки клетки, что не обеспечивает своевременной уборки по мере возникающей необходимости. Кроме того, предполагаемое групповое содержание животных затрудняет определение требуемого момента очистки.

15 Наиболее близким к предлагаемому устройству (прототипом) является клетка для содержания животных (патент РФ на полезную модель №75135, МПК А01К 29/00 от 11.03.2008 г., бюлл. №21 от 27.07.2008 г.), в которой пол клетки выполнен в виде транспортера с возможностью изменения угла его наклона, под которым установлен скребок для очистки ленты транспортера.

20 Данная клетка предназначена для одиночного содержания животных, но также не предусматривает устройств, позволяющих определить требуемый момент начала и окончания ее очистки. Несвоевременная же очистка клеток ведет к распространению навоза по всей поверхности пола клетки, попаданию его на тело животного и его загрязнению, ухудшает последующую очистку пола скребком.

25 Технической задачей изобретения является автоматизация процесса очистки клетки, при которой произойдет улучшение условий содержания животных при уменьшении затрат ручного труда.

30 Указанная задача достигается тем, что согласно изобретения с одной стороны клетки установлены два ряда источников сигналов, а с другой стороны клетки два ряда соответствующих им приемников сигналов, нижний ряд источников и приемников сигналов установлен непосредственно над уровнем ленты транспортера, верхний ряд источников и приемников сигналов установлен на 20-40 см выше нижнего ряда, выход каждого приемника сигнала нижнего ряда, установленного под
35 приемником сигнала верхнего ряда, через инвертор соединен с входом соответствующего ему элемента «И», второй вход которого соединен с соответствующим приемником верхнего ряда, выходы всех схем «И» соединены с входом элемента «ИЛИ», выход которого через усилитель соединен с электрическим двигателем транспортера.

40 Отличие предлагаемого устройства от прототипа заключается в том, что с одной стороны клетки установлены два ряда источников сигналов, а с другой стороны клетки два ряда соответствующих им приемников сигналов, нижний ряд источников и приемников сигналов установлен непосредственно над уровнем ленты транспортера,
45 верхний ряд источников и приемников сигналов установлен на 20-40 см выше нижнего ряда, выход каждого приемника сигнала нижнего ряда, установленного под приемником сигнала верхнего ряда, через инвертор соединен с входом соответствующего ему элемента «И», второй вход которого соединен с
50 соответствующим приемником верхнего ряда, выходы всех схем «И» соединены с входом элемента «ИЛИ», выход которого через усилитель соединен с электрическим двигателем транспортера.

На фиг.1 представлена схема расположения источников сигналов 1, 2, 3 верхнего

RU 2 490 873 C1

и 4, 5, 6 нижнего ряда и приемников сигналов 7, 8, 9 верхнего и 10, 11, 12 нижнего ряда на боковых стенках 13 и 14 клетки. Пунктирами показаны пути прохождения сигналов от источников до соответствующих им приемников. Пол клетки выполнен в виде транспортера 24, приводимого в движение двигателем 23. Под лентой транспортера 24 установлен скребок 25.

На фиг.2 представлена схема формирования команды на включение двигателя транспортера. Выходы приемников 7, 8, 9 сигналов верхнего ряда подключены к входам схем «И» 18, 19 и 20 соответственно. Выходы приемников 10, 11, 12 сигналов нижнего ряда через инверторы 15, 16, 17 подключены к другим входам схем «И» 18, 19 и 20 соответственно. Выходы всех схем «И» подключены к входу схемы «ИЛИ» 21, выход которой через усилитель 22 подключен к входу электрического двигателя 23 транспортера.

При работе устройства датчик (источник сигнала - приемник сигнала) регистрирует только прерывание сигнала (например, луча света).

Выбранная высота установки датчиков обеспечивает прерывание сигнала датчика верхнего ряда при появлении на его пути ноги или туловища животного, а сигнала датчика нижнего ряда - ноги, туловища животного в положении лежа или навоза.

Команда на включение двигателя транспортера для уборки навоза будет сформирована при прерывании сигнала хотя бы с одного приемника нижнего ряда при наличии сигнала с находящегося над ним приемника верхнего ряда. В соответствии с данными логическими условиями структурную формулу цепи формирования команды на включение двигателя транспортера можно представить в виде:

$$F = \sum_{i=1}^n a_i \bar{b}_i$$

где a и b - коэффициенты, принимающие значение, равное «1» при наличии сигнала с приемника, и равное «0» при отсутствии сигнала;

i - номер приемника сигнала верхнего или нижнего ряда;

n - количество приемников сигнала одного ряда.

Количество приемников сигнала может определяться условием:

$$n = \frac{l}{d}$$

где l - длина части клетки, на которой возможно появление навоза;

d - ширина зоны чувствительности датчика, при $d \leq h$;

h - диаметр ноги (копыта) животного.

При отсутствии навоза на полу клетки приемники нижнего ряда получают сигналы и через схемы «И» формируют запрет на прохождение сигналов от соответствующих приемников верхнего ряда. На выходах схем «И» 18-20 будет «0», на выходе схемы «ИЛИ» 21 также «0», команда на включение двигателя сформирована не будет. Если при отсутствии навоза поступление сигнала на приемник нижнего ряда будет прервано ногой или туловищем животного, то при этом будет прервано и прохождение сигнала на находящийся над ним приемник верхнего ряда, изменится значение сигналов на обоих входах соответствующей схемы «И» на противоположное. При этом сигнал на выходе схемы «И» не изменит своего значения, команда на включение двигателя сформирована не будет.

Появление навоза приведет к прерыванию прохождения сигнала с хотя бы одного из приемников нижнего ряда при прохождении сигнала на находящийся над ним приемник верхнего ряда. На вход соответствующей этим приемникам схемы «И»

RU 2 490 873 C1

будет поданы сигналы в виде «1», на выходе также появится «1», которая поступит на вход схемы «ИЛИ» 22, сигнал с выхода схемы «ИЛИ» 22, усиленный усилителем 23 поступит на вход электрический двигатель 23, который приведет в движение ленту транспортера.

5 По мере движения ленты и перемещения навоза будут прерываться сигналы других приемников, и лента транспортера продолжит движение, пока не исчезнет сигнал на выходе схемы «ИЛИ». На этом процесс очистки ленты транспортера 24 с помощью скребка 25 закончится.

10 Таким образом может быть решена задача немедленного включения ленты транспортера при появлении навоза для ее очистки и своевременного ее выключения при минимальном времени работы устройства.

Использование изобретения позволит:

- 15 - улучшить условия содержания животных за счет своевременной очистки пола клеток, в которых содержатся животные,
- сократить долю ручного труда при очистке клеток и улучшить тем самым условия труда работников фермы,
- 20 - сократить затраты на очистку клеток за счет минимальной продолжительности их очистки.

Формула изобретения

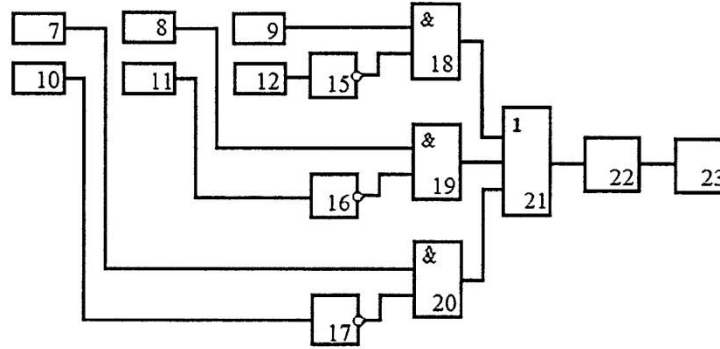
Устройство автоматической очистки клетки для содержания животных, в котором пол клетки выполнен в виде транспортера, под которым установлен скребок для 25 очистки ленты транспортера, отличающееся тем, что с одной стороны клетки установлены два ряда источников сигналов, а с другой стороны клетки - два ряда соответствующих им приемников сигналов, нижний ряд источников и приемников сигналов установлен непосредственно над уровнем ленты транспортера, верхний ряд 30 источников и приемников сигналов установлен на 20-40 см выше нижнего ряда, выход каждого приемника сигнала нижнего ряда, установленного под приемником сигнала верхнего ряда, через инвертор соединен с входом соответствующего ему элемента «И», второй вход которого соединен с соответствующим приемником верхнего ряда, 35 выходы всех схем «И» соединены с входом элемента «ИЛИ», выход которого через усилитель соединен с электрическим двигателем транспортера.

40

45

50

RU 2 490 873 C1



Фиг. 2

Теоретические графические зависимости по определению остатка эксcrementов
телят на ленте подвижного пола

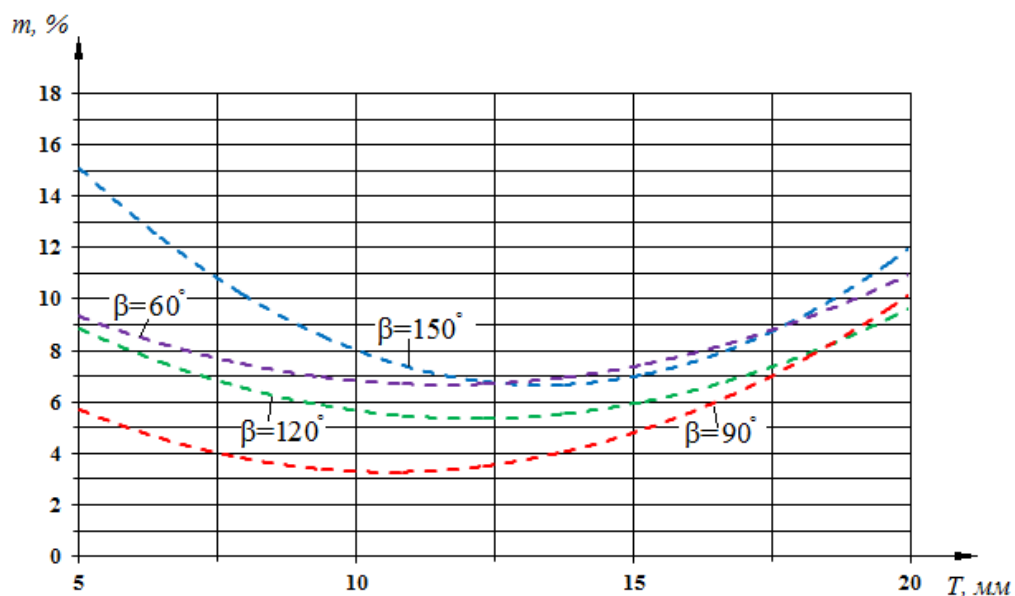


Рисунок 1 – Теоретические зависимости содержания остатка эксcrementов телят на подвижном полу $m, \%$ от угла при вершине скребка β° , и провисания $T, \text{мм}$ при угле рабочей кромки скребка $\gamma = 30^\circ$

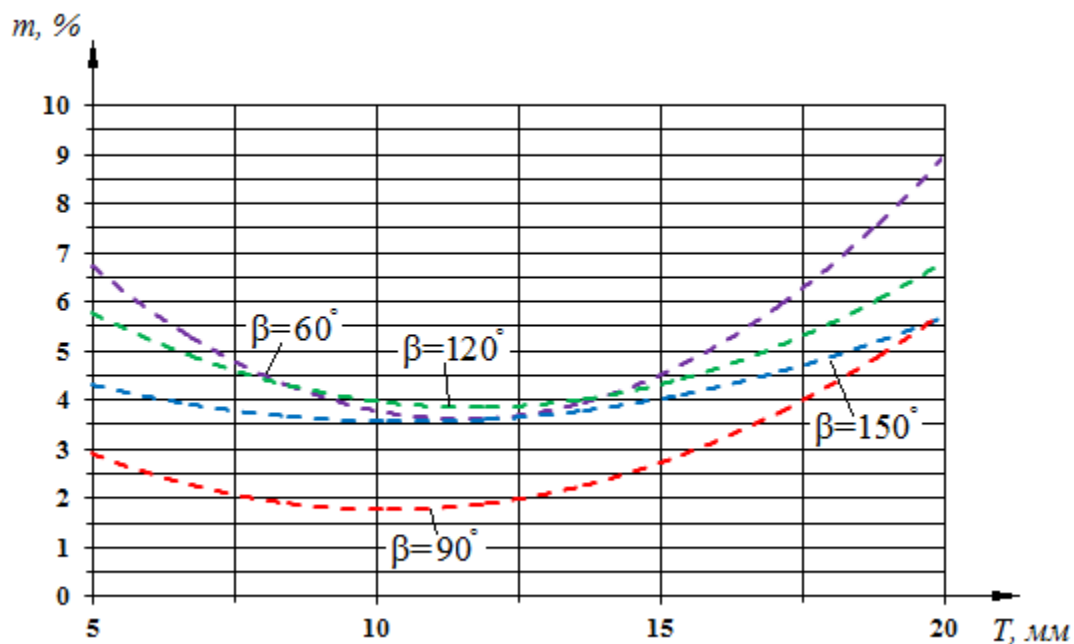


Рисунок 2 – Теоретические зависимости содержания остатка эксcrementов телят на подвижном полу $m, \%$ от угла при вершине скребка β° , и провисания $T, \text{мм}$ при угле рабочей кромки скребка $\gamma = 50^\circ$

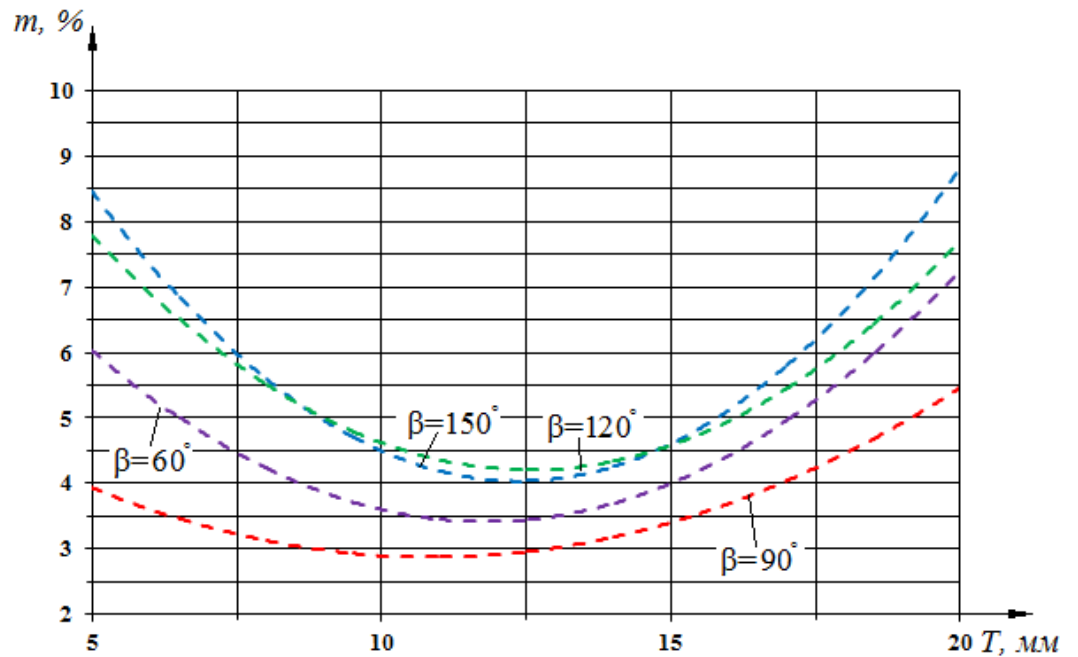


Рисунок 3 – Теоретические зависимости содержания остатка экскрементов телят на подвижном полу $m, \%$ от угла при вершине скребка β° , и провисания $T, \text{мм}$ при угле рабочей кромки скребка $\gamma=70^\circ$

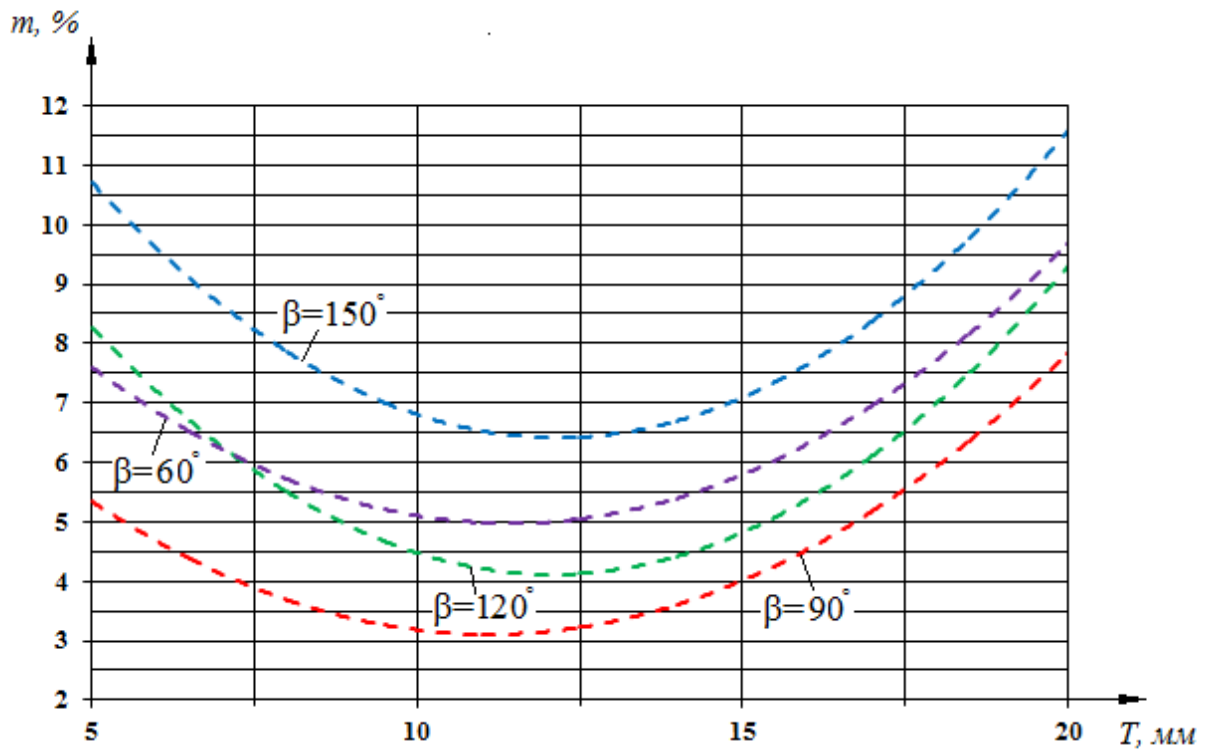


Рисунок 4 – Теоретические зависимости содержания остатка экскрементов телят на подвижном полу $m, \%$ от угла при вершине скребка β° , и провисания $T, \text{мм}$ при угле рабочей кромки скребка $\gamma=90^\circ$

Результаты опытов по определению физико-механических свойств
экскрементов телят возрастом от 3 до 120 дней

Возрастные группы телят	Плотность ρ , кг/м ³	Влажность W , %	Липкость к резине σ_p , кПа	Липкость к стали $\sigma_{ст}$, кПа
1	2	3	4	5
1	930	85,0	4,00	2,55
2	930	85,0	4,00	2,55
3	930	85,0	4,00	2,55
4	930	85,0	4,00	2,55
5	930	85,0	4,00	2,55
6	931	85,0	4,00	2,54
7	931	85,0	4,00	2,54
8	931	85,0	3,99	2,54
9	932	85,0	3,99	2,53
10	932	85,0	3,99	2,53
11	932	85,0	3,99	2,53
12	933	85,1	3,99	2,53
13	933	85,1	3,99	2,52
14	933	85,1	3,98	2,52
15	934	85,1	3,98	2,52
16	934	85,1	3,98	2,52
17	934	85,1	3,98	2,52
18	934	85,1	3,97	2,51
19	935	85,1	3,97	2,51
20	935	85,1	3,97	2,51
21	935	85,1	3,97	2,51
22	935	85,2	3,97	2,51
23	935	85,2	3,97	2,50
24	936	85,2	3,96	2,50
25	936	85,2	3,96	2,50
26	936	85,2	3,96	2,50
27	936	85,2	3,96	2,50

Продолжение приложения Д

Возрастные группы телят	Плотность ρ , кг/м ³	Влажность W , %	Липкость к резине σ_p , кПа	Липкость к стали $\sigma_{ст}$, кПа
28	937	85,2	3,96	2,49
29	937	85,2	3,96	2,49
30	938	85,2	3,95	2,49
31	938	85,3	3,95	2,48
32	938	85,3	3,95	2,48
33	939	85,3	3,95	2,48
34	939	85,3	3,95	2,48
35	940	85,3	3,95	2,47
36	940	85,3	3,95	2,47
37	940	85,3	3,95	2,47
38	941	85,3	3,94	2,47
39	941	85,4	3,94	2,46
40	941	85,4	3,94	2,46
41	942	85,4	3,94	2,46
42	942	85,4	3,94	2,46
43	942	85,4	3,93	2,45
44	942	85,4	3,93	2,45
45	943	85,4	3,93	2,45
46	943	85,4	3,93	2,45
47	943	85,4	3,93	2,44
48	944	85,4	3,93	2,44
49	944	85,5	3,92	2,44
50	944	85,5	3,92	2,44
51	945	85,5	3,92	2,44
52	945	85,5	3,92	2,43
53	945	85,5	3,92	2,43
54	946	85,5	3,92	2,43
55	946	85,5	3,92	2,43
56	946	85,5	3,91	2,42
57	947	85,5	3,91	2,42

Продолжение приложения Д

Возрастные группы телят	Плотность ρ , кг/м ³	Влажность W , %	Липкость к резине σ_p , кПа	Липкость к стали $\sigma_{ст}$, кПа
58	947	85,5	3,91	2,42
59	947	85,5	3,91	2,42
60	948	85,5	3,91	2,42
61	948	85,5	3,90	2,41
62	948	85,6	3,90	2,41
63	948	85,6	3,90	2,41
64	948	85,6	3,90	2,41
65	949	85,6	3,90	2,41
66	949	85,6	3,90	2,40
67	949	85,6	3,89	2,40
68	950	85,6	3,89	2,40
69	950	85,7	3,89	2,40
70	950	85,7	3,89	2,40
71	950	85,7	3,89	2,40
72	950	85,7	3,89	2,39
73	950	85,7	3,88	2,39
74	950	85,7	3,88	2,39
75	951	85,7	3,88	2,39
76	951	85,7	3,88	2,39
77	951	85,7	3,88	2,39
78	952	85,7	3,88	2,39
79	952	85,7	3,87	2,38
80	953	85,7	3,87	2,38
81	953	85,7	3,87	2,38
82	954	85,8	3,87	2,38
83	954	85,8	3,87	2,38
84	954	85,8	3,87	2,38
85	955	85,8	3,87	2,37
86	955	85,8	3,86	2,37
87	956	85,8	3,86	2,37

Продолжение приложения Д

Возрастные группы телят	Плотность ρ , кг/м ³	Влажность W , %	Липкость к резине σ_p , кПа	Липкость к стали $\sigma_{ст}$, кПа
88	956	85,9	3,86	2,37
89	956	85,9	3,86	2,37
90	957	85,9	3,86	2,37
91	957	85,9	3,86	2,36
92	958	85,9	3,86	2,36
93	959	86,0	3,86	2,36
94	959	86,0	3,86	2,36
95	959	86,0	3,85	2,36
96	960	86,0	3,85	2,35
97	960	86,0	3,85	2,35
98	960	86,0	3,85	2,35
99	960	86,0	3,85	2,35
100	960	86,0	3,85	2,35
Среднее значение	$\rho = \frac{\sum_{i=1}^{100} a_i}{100} = 945$	$W = \frac{\sum_{i=1}^{100} b_i}{100} = 85,5$	$\sigma_p = \frac{\sum_{i=1}^{100} c_i}{100} = 3,925$	$\sigma_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^{100} c_i}{100} = 2,45$

Результаты опытов по определению физико-механических свойств
экскрементов телят возрастом от 120 до 240 дней

Возрастные группы телят	Плотность ρ , кг/м ³	Влажность W , %	Липкость к резине σ_p , кПа	Липкость к стали $\sigma_{ст}$, кПа
1	2	3	4	5
1	940	84,0	4,19	2,72
2	940	84,0	4,19	2,72
3	941	84,0	4,19	2,72
4	941	84,0	4,19	2,72
5	941	84,1	4,19	2,71
6	941	84,1	4,18	2,71
7	942	84,1	4,18	2,71
8	942	84,1	4,18	2,71
9	942	84,1	4,18	2,71
10	943	84,2	4,17	2,71
11	943	84,2	4,17	2,71
12	943	84,2	4,17	2,70
13	943	84,2	4,17	2,70
14	944	84,2	4,16	2,70
15	944	84,2	4,16	2,70
16	944	84,2	4,16	2,70
17	944	84,2	4,16	2,70
18	945	84,2	4,16	2,69
19	945	84,2	4,15	2,69
20	945	84,2	4,15	2,69
21	945	84,2	4,15	2,69
22	945	84,2	4,15	2,69
23	945	84,3	4,14	2,69
24	946	84,3	4,14	2,68
25	946	84,3	4,14	2,68
26	946	84,3	4,14	2,68
27	946	84,3	4,13	2,68

Продолжение приложения Д

Возрастные группы телят	Плотность ρ , кг/м ³	Влажность W , %	Липкость к резине σ_p , кПа	Липкость к стали $\sigma_{ст}$, кПа
28	947	84,3	4,13	2,68
29	947	84,3	4,13	2,67
30	948	84,3	4,12	2,67
31	948	84,3	4,12	2,67
32	948	84,3	4,12	2,67
33	948	84,3	4,12	2,67
34	949	84,3	4,12	2,66
35	949	84,4	4,11	2,66
36	950	84,4	4,11	2,66
37	950	84,4	4,11	2,66
38	951	84,4	4,11	2,66
39	951	84,4	4,11	2,65
40	951	84,4	4,11	2,65
41	952	84,4	4,11	2,65
42	952	84,4	4,10	2,65
43	952	84,4	4,10	2,65
44	953	84,5	4,10	2,65
45	953	84,5	4,10	2,64
46	953	84,5	4,10	2,64
47	954	84,5	4,10	2,64
48	954	84,5	4,09	2,64
49	954	84,5	4,09	2,64
50	955	84,5	4,09	2,64
51	955	84,5	4,09	2,64
52	955	84,5	4,09	2,63
53	956	84,5	4,08	2,63
54	957	84,6	4,08	2,63
55	957	84,6	4,08	2,63
56	957	84,6	4,08	2,63
57	958	84,6	4,08	2,62

Продолжение приложения Д

Возрастные группы телят	Плотность ρ , кг/м ³	Влажность W , %	Липкость к резине σ_p , кПа	Липкость к стали $\sigma_{ст}$, кПа
58	958	84,6	4,08	2,62
59	958	84,6	4,08	2,62
60	958	84,6	4,08	2,62
61	959	84,6	4,08	2,62
62	959	84,6	4,07	2,61
63	959	84,7	4,07	2,61
64	959	84,7	4,07	2,61
65	959	84,7	4,07	2,61
66	960	84,7	4,07	2,61
67	960	84,7	4,07	2,60
68	960	84,7	4,07	2,60
69	960	84,7	4,06	2,60
70	961	84,7	4,06	2,60
71	961	84,7	4,06	2,60
72	961	84,7	4,06	2,60
73	961	84,7	4,06	2,59
74	962	84,7	4,06	2,59
75	962	84,8	4,05	2,59
76	962	84,8	4,05	2,59
77	962	84,8	4,05	2,58
78	963	84,8	4,05	2,58
79	963	84,8	4,05	2,58
80	963	84,8	4,04	2,58
81	964	84,8	4,04	2,58
82	964	84,8	4,04	2,58
83	965	84,8	4,04	2,57
84	965	84,9	4,03	2,57
85	965	84,9	4,03	2,57
86	966	84,9	4,03	2,57
87	966	84,9	4,02	2,57

Продолжение приложения Д

Возрастные группы телят	Плотность ρ , кг/м ³	Влажность W , %	Липкость к резине σ_p , кПа	Липкость к стали $\sigma_{ст}$, кПа
88	966	84,9	4,02	2,57
89	967	84,9	4,02	2,56
90	967	84,9	4,02	2,56
91	968	85,0	4,02	2,56
92	968	85,0	4,01	2,56
93	968	85,0	4,01	2,56
94	969	85,0	4,01	2,56
95	969	85,0	4,01	2,55
96	969	85,0	4,01	2,55
97	967	85,0	4,00	2,55
98	970	85,0	4,00	2,55
99	970	85,0	4,00	2,55
100	970	85,0	4,00	2,55
Среднее значение	$\rho = \frac{\sum_{i=1}^{100} a_i}{100} = 955$	$W = \frac{\sum_{i=1}^{100} b_i}{100} = 84,5$	$\sigma_p = \frac{\sum_{i=1}^{100} c_i}{100} = 4,10$	$\sigma_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^{100} c_i}{100} = 2,635$

Результаты опытов по определению физико-механических свойств
экскрементов телят возрастом от 240 до 360 дней

Возрастные группы телят	Плотность ρ , кг/м ³	Влажность W , %	Липкость к резине σ_p , кПа	Липкость к стали $\sigma_{ст}$, кПа
1	1060	83,0	4,20	2,72
2	1060	83,0	4,20	2,72
3	1060	83,0	4,20	2,72
4	1060	83,0	4,20	2,72
5	1061	83,0	4,20	2,72
6	1061	83,0	4,20	2,72
7	1061	83,0	4,20	2,72
8	1061	83,1	4,20	2,72
9	1062	83,1	4,20	2,72
10	1062	83,1	4,20	2,72
11	1062	83,1	4,20	2,72
12	1062	83,1	4,21	2,72
13	1063	83,1	4,21	2,73
14	1063	83,1	4,21	2,73
15	1063	83,1	4,21	2,73
16	1063	83,1	4,21	2,73
17	1063	83,1	4,21	2,73
18	1064	83,1	4,21	2,73
19	1064	83,2	4,21	2,73
20	1064	83,2	4,21	2,73
21	1064	83,2	4,21	2,73
22	1064	83,2	4,21	2,73
23	1065	83,2	4,21	2,73
24	1065	83,2	4,22	2,73
25	1065	83,2	4,22	2,74
26	1065	83,2	4,22	2,74
27	1065	83,3	4,22	2,74

Продолжение приложения Д

Возрастные группы телят	Плотность ρ , кг/м ³	Влажность W , %	Липкость к резине σ_p , кПа	Липкость к стали $\sigma_{ст}$, кПа
28	1065	83,3	4,22	2,74
29	1066	83,3	4,22	2,74
30	1066	83,3	4,22	2,74
31	1066	83,3	4,22	2,74
32	1066	83,3	4,22	2,74
33	1066	83,3	4,22	2,74
34	1067	83,3	4,22	2,74
35	1067	83,3	4,22	2,74
36	1067	83,4	4,23	2,74
37	1067	83,4	4,23	2,75
38	1068	83,4	4,23	2,75
39	1068	83,4	4,23	2,75
40	1068	83,4	4,23	2,75
41	1068	83,4	4,23	2,75
42	1068	83,4	4,23	2,75
43	1069	83,5	4,23	2,75
44	1069	83,5	4,23	2,75
45	1069	83,5	4,23	2,75
46	1069	83,5	4,23	2,75
47	1069	83,5	4,23	2,75
48	1070	83,5	4,24	2,76
49	1070	83,5	4,24	2,76
50	1070	83,5	4,24	2,76
51	1070	83,5	4,24	2,76
52	1070	83,6	4,24	2,76
53	1071	83,6	4,24	2,76
54	1071	83,6	4,24	2,76
55	1071	83,6	4,24	2,76
56	1071	83,6	4,24	2,76
57	1071	83,6	4,24	2,76

Продолжение приложения Д

Возрастные группы телят	Плотность ρ , кг/м ³	Влажность W , %	Липкость к резине σ_p , кПа	Липкость к стали $\sigma_{ст}$, кПа
58	1072	83,6	4,24	2,76
59	1072	83,6	4,25	2,76
60	1072	83,6	4,25	2,77
61	1072	83,6	4,25	2,77
62	1072	83,6	4,25	2,77
63	1072	83,6	4,25	2,77
64	1073	83,7	4,25	2,77
65	1073	83,7	4,25	2,77
66	1073	83,7	4,25	2,77
67	1073	83,7	4,25	2,77
68	1073	83,7	4,25	2,77
69	1073	83,7	4,25	2,77
70	1074	83,7	4,26	2,77
71	1074	83,7	4,26	2,77
72	1074	83,7	4,26	2,77
73	1074	83,7	4,26	2,77
74	1075	83,8	4,26	2,78
75	1075	83,8	4,26	2,78
76	1075	83,8	4,26	2,78
77	1075	83,8	4,26	2,78
78	1076	83,8	4,26	2,78
79	1076	83,8	4,26	2,78
80	1076	83,8	4,26	2,78
81	1076	83,8	4,26	2,78
82	1077	83,9	4,27	2,78
83	1077	83,9	4,27	2,78
84	1077	83,9	4,27	2,79
85	1077	83,9	4,27	2,79
86	1077	83,9	4,27	2,79
87	1078	83,9	4,27	2,79

Окончание приложения Д

Возрастные группы телят	Плотность ρ , кг/м ³	Влажность W , %	Липкость к резине σ_p , кПа	Липкость к стали $\sigma_{ст}$, кПа
88	1078	83,0	4,27	2,79
89	1078	83,0	4,27	2,79
90	1079	83,0	4,27	2,79
91	1079	83,0	4,27	2,79
92	1079	83,0	4,28	2,79
93	1079	83,0	4,28	2,80
94	1079	83,0	4,28	2,80
95	1080	83,0	4,28	2,80
96	1080	83,0	4,28	2,80
97	1080	83,0	4,28	2,80
98	1080	82,0	4,28	2,80
99	1080	83,0	4,28	2,80
100	1080	83,0	4,28	2,80
Среднее значение	$\rho = \frac{\sum_{i=1}^{100} a_i}{100} = 1070$	$W = \frac{\sum_{i=1}^{100} b_i}{100} = 83,5$	$\sigma_p = \frac{\sum_{i=1}^{100} c_i}{100} = 4,24$	$\sigma_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^{100} c_i}{100} = 2,76$

Результаты опытов по определению остатка экскрементов телят на ленте
подвижного пола

Угол наклона рабочей кромки скребка $\gamma = 30^\circ$

№ опыта	Провисание T , мм	Угол при вершине скребка β , град.	Остаток экскрементов, m %			Среднее m		Расчетное %
			%	%	%	%	г	
	x_1	x_2	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	y m	y	y
1	5	150	16,4	15,9	16,3	16,2	81,0	15,8(15,2)
2	10	150	7,4	7,8	7,6	7,6	38,0	8,4 (8,5)
3	15	150	8,6	8,7	8,3	8,5	42,5	7,8 (7,0)
4	20	150	12,2	11,8	11,9	12,0	60,0	12,1 12,0)
5	5	120	9,1	9,4	9,4	9,3	46,5	9,4 (9,0)
6	10	120	6,9	6,6	6,6	6,7	33,5	6,5 (6,4)
7	15	120	5,7	6,2	6,2	6,0	30,0	6,3 (6,0)
8	20	120	10,6	10,1	10,4	10,4	52,0	10,3 (9,8)
9	5	90	5,9	6,1	6,0	6,0	30,0	6,2 (5,9)
10	10	90	4,9	4,7	4,8	4,8	24,0	4,1 (3,2)
11	15	90	4,5	4,3	4,6	4,5	22,5	5,2 (4,9)
12	20	90	11,4	10,7	11,0	11,0	55,0	10,9 10,1)
13	5	60	9,1	8,8	8,9	8,9	44,5	9,1 (9,2)
14	10	60	6,3	6,7	6,4	6,5	32,5	6,4 (6,9)
15	15	60	6,6	7,0	6,9	6,8	34,0	6,8 (7,2)
16	20	60	10,7	10,3	10,4	10,5	52,5	10,5 11,0)

Угол наклона рабочей кромки скребка $\gamma = 50^\circ$

№ опыта	Провисание T , мм	Угол при вершине скребка β , град.	Остаток экскрементов, m %			Среднее m		Расчетное %
			%	%	%	%	г	
	x_1	x_2	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	y m	y	y
1	5	150	3,6	3,9	3,6	3,7	18,5	3,7 (4,3)
2	10	150	3,2	3,1	3,0	3,0	15,0	3,2 (3,6)
3	15	150	3,9	3,6	3,8	3,8	19,0	3,6 (4,0)
4	20	150	5,0	5,3	5,3	5,2	26,0	5,3 (5,6)
5	5	120	6,0	6,4	6,3	6,2	31,0	6,2 (5,8)
6	10	120	3,9	3,8	3,7	3,8	19,0	4,9 (3,2)
7	15	120	4,4	4,7	4,7	4,6	23,0	4,4 (4,1)
8	20	120	7,4	7,6	7,5	7,4	37,0	7,5 (6,8)
9	5	90	3,4	3,7	3,6	3,6	18,0	3,7 (2,9)
10	10	90	2,2	2,5	2,5	2,4	12,0	2,3 (2,0)
11	15	90	3,2	3,0	3,2	3,1	15,5	3,2 (2,8)
12	20	90	6,6	6,3	6,3	6,4	32,0	6,4 (5,8)
13	5	60	7,6	7,6	7,2	7,3	36,5	7,4 (7,6)
14	10	60	4,0	4,5	4,1	4,2	21,0	4,3 (4,3)
15	15	60	5,3	5,2	5,1	5,1	25,5	4,9 (4,5)
16	20	60	8,9	9,0	9,4	9,1	45,5	9,2 (9,0)

Угол наклона рабочей кромки скребка $\gamma = 70^\circ$

№ опыта	Провисание T , мм	Угол при вершине скребка β , град.	Остаток экскрементов, m %			Среднее m		Расчетное %
			%	%	%	%	г	
	x_1	x_2	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	y m	y	y
1	5	150	8,1	8,5	8,3	8,3	41,5	8,2 (8,4)
2	10	150	4,2	4,0	4,2	4,1	20,5	4,4 (4,5)
3	15	150	4,8	5,0	4,6	4,8	24,0	4,6 (4,6)
4	20	150	8,9	9,1	9,1	9,0	45,0	9,0 (8,7)
5	5	120	7,6	7,8	7,5	7,6	38,0	7,5 (7,8)
6	10	120	3,8	3,9	4,0	3,9	19,5	4,2 (4,6)
7	15	120	4,7	4,6	4,5	4,5	22,5	4,3 (4,6)
8	20	120	7,2	7,5	7,4	7,4	37,0	7,6 (7,6)
9	5	90	3,5	3,8	3,6	3,6	18,0	3,6 (3,9)
10	10	90	2,1	2,4	2,1	2,2	11,0	2,1 (2,8)
11	15	90	3,1	3,1	2,9	3,0	15,0	3,0 (3,9)
12	20	90	6,0	6,2	6,1	6,1	30,5	6,1 (5,4)
13	5	60	5,3	5,3	5,1	5,2	26,0	5,2 (6,1)
14	10	60	3,4	3,6	3,6	3,5	17,5	3,5 (3,6)
15	15	60	4,3	4,2	4,1	4,1	20,5	4,1 (4,0)
16	20	60	6,9	7,1	6,9	7,0	35,0	6,9 (7,2)

Угол наклона рабочей кромки скребка $\gamma = 90^\circ$

№ опыта	Провисание T , мм	Угол при вершине скребка β , °	Остаток эксcrementов, m %			Среднее m		Расчетное %
			%	%	%	%	г	
	x_1	x_2	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	y m	y	y
1	5	150	10,2	10,5	10,4	10,4	52,0	10,3 (10,6)
2	10	150	5,5	5,8	5,8	5,7	28,5	6,2 (7,2)
3	15	150	7,4	7,1	7,1	7,2	36,0	6,7 (7,0)
4	20	150	11,0	11,4	11,2	11,2	56,0	11,3 (11,6)
5	5	120	8,5	8,6	8,7	8,7	43,5	8,7 (8,2)
6	10	120	4,6	4,4	4,5	4,5	22,5	4,6 (4,5)
7	15	120	5,4	5,6	5,2	5,4	27,0	5,2 (4,8)
8	20	120	9,7	9,3	9,4	9,5	47,5	9,6 (9,3)
9	5	90	4,7	5,0	4,9	4,9	24,5	5,0 (5,3)
10	10	90	3,6	3,9	3,8	3,8	19,0	3,6 (3,2)
11	15	90	4,1	4,4	4,5	4,3	21,5	4,4 (4,0)
12	20	90	7,9	8,2	8,3	8,1	40,5	8,0 (7,8)
13	5	60	7,2	7,6	7,5	7,4	37,0	7,3 (7,6)
14	10	60	4,1	4,4	4,4	4,3	21,5	4,6 (5,1)
15	15	60	5,4	5,8	5,8	5,7	28,5	5,4 (5,3)
16	20	60	9,4	9,3	9,0	9,2	46,0	9,3 (9,6)



УТВЕРЖДАЮ

Директор ЗАО Агрофирма «Волга»

Заслуженный работник

сельского хозяйства России

кандидат экономических наук

 Н.С. Кубайтов

« 14 »  2013 г.

АКТ

производственных испытаний клетки для содержания племенных телят с подвижным полом и скребком очищающим

Комиссия в составе специалистов ЗАО Агрофирма «Волга» в лице председателя, главного зоотехника ЗАО Агрофирма «Волга» Мажаева Н.И., и членов: главного инженера ЗАО Агрофирма «Волга» Тарлеева В.И., главного ветврача ЗАО Агрофирма «Волга» Пенцова В.Н., д-ра техн. наук, профессора, профессора кафедры «Механизация и технология животноводства» СГАУ имени Н.И. Вавилова Овчинникова А.А., и аспиранта кафедры «Механизация и технология животноводства» СГАУ имени Н.И. Вавилова Черновой Е.Н. составили настоящий акт на хозяйственные испытания и производственную проверку сконструированной на кафедре «Механизация и технология животноводства» (исполнители: профессор Овчинников А.А., аспирант Чернова Е.Н.) СГАУ имени Н.И. Вавилова опытного образца клетки для содержания племенных телят с подвижным полом и скребком очищающим, на содержании телят «голштинской» породы возрастом до 120 дней.

Испытания и производственная проверка клетки для содержания племенных телят проводилась в период с 12 марта по 12 июня 2013 г. на содержании телят «голштинской» породы возрастом до 120 дней.

Продолжение приложения Ж

Производственные испытания опытного образца клетки для содержания телят с подвижным полом и скребком очищающим показали ее работоспособность. Содержание телят проходило при следующих условиях:

- средняя температура воздуха в профилактории, С° – 15;
- влажность воздуха в профилактории, % – 70;
- масса клетки с подвижным полом и скребком очищающим, кг. – 48.

При содержании телят в базовых клетках Эверса и клетке с подвижным полом и скребком очищающим были получены следующие показатели:

Показатели	Базовая (серийная) клетка Эверса	Новая (предлагаемая) с подвижным полом и скребком очищающим
Масса, кг	36	48
Прейскурантная цена, тыс. руб	17	15
Балансовая стоимость, тыс. руб	17	–
Установленная мощность, кВт	–	1,6
Затраты электроэнергии, руб	–	3059
Время на визуальный контроль, очистку и дезинфекцию, ч	0,25	0,0083
Обслуживающий персонал, чел.: скотник (рабочий);	1	1
Часовая ставка, руб./чел.-ч	32,35	–
Амортизационные отчисления, %	16,2	16,2
Отчисления на ремонт и техническое обслуживание, %	20	20
Стоимость электроэнергии, руб./кВт ч	–	1,96
Затраты труда, чел·час/год	1186,25	91,25
Годовая загрузка, дн	365	365
Годовая экономия, руб	–	125941
Срок окупаемости, год	–	0,2

Окончание приложения Ж

При сравнении работы базовой клетки Эверса с предлагаемой клеткой с подвижным полом и скребком очищающим получены следующие технико-экономические показатели по содержанию племенных телят:

- снижение трудозатрат при обслуживании теленка в клетке с подвижным полом и скребком очищающим на 92,3 %;
- остаток экскрементов телят на ленте подвижного пола после скребка очищающего – 2,2 % от общей массы выделяемых экскрементов;
- увеличение затрат на электроэнергию на 3059 руб.;
- снижение времени на визуальный контроль, очистку и дезинфекцию на 96,68 %.

Отмечено проникновение головы теленка в пространство клетки между боковыми стойками.


Для повышения эффективности использования клетки для содержания племенных телят с подвижным полом и скребком очищающим рекомендовано выполнить боковые стенки сплошными, а также разработать инструкцию по эксплуатации предлагаемой клетки.

Председатель комиссии,
главный зоотехник ЗАО Агрофирма «Волга»  Мажаев Н.И.

Члены комиссии:
главный инженер ЗАО Агрофирма «Волга»  Тарлев В.И.

главный ветврач ЗАО Агрофирма «Волга»  Пенцов В.Н.

профессор кафедры
«Механизация и технология животноводства»
СГАУ имени Н.И. Вавилова,
д-р техн. наук, профессор  Овчинников А.А.

аспирант кафедры
«Механизация и технология животноводства»
СГАУ имени Н.И. Вавилова  Чернова Е.Н.

АКТ**О внедрении научно-исследовательской,
опытно-конструкторской работы**

Мы, нижеподписавшиеся, представители Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова, в лице руководителей работы д-ра техн. наук, профессора Овчинникова А.А. и представителя ЗАО Агрофирма «Волга» Марковского района Саратовской области в лице директора, Заслуженного работника сельского хозяйства России, канд. эконом. наук Кубайтова Николая Сергеевича, составили настоящий акт в том, что результаты научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы на тему: «Повышение эффективности очистки клеток содержания племенных телят обоснованием параметров скребка очищающего и ленточного подвижного пола», выполненной на кафедре «Механизация и технология животноводства» (исполнители: Овчинников А.А. и Чернова Е.Н.) СГАУ имени Вавилова в 2006–2013 годах внедрены в ЗАО Агрофирма «Волга» Марковского района Саратовской области путем использования в течение 14 недель с 12 марта по 12 июня 2013 г. разработанной по результатам исследований клетки для содержания племенных телят с ленточным подвижным полом и скребком очищающим.

Внедрение результатов исследований дало возможность предприятию получить годовую экономию по приведенным затратам на одну клетку 125 941 рублей. Также, было установлено, что при использовании клетки с ленточным подвижным полом и скребком очищающим трудозатраты время

на визуальный контроль, очистку и дезинфекцию пола клетки было снижено на 96,68 %.


Замечания и предложения о дальнейшей работе по внедрению: для повышения эффективности использования клетки для содержания племенных телят с ленточным подвижным полом и скребком очищающим в конструкции клетки предусмотреть сплошные боковые стенки, и разработать инструкцию по эксплуатации внедренной клетки.

Проректор по научно-
исследовательской работе


И.Л.Воротников

« 14 » июня 2013 г.

Директор
ЗАО Агрофирма «Волга»


Н.С. Кубайтов

« 14 » июня 2013 г.

Научный руководитель работы


Овчинников А.А.

« 14 » июня 2013 г.

