

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

На правах рукописи



Панферов Николай Сергеевич

**ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ С ВЕРХНИМ ОТВОДОМ МОЛОКА ИЗ
КОЛЛЕКТОРА**

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

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор **Ульянов В.М.**

Рязань – 2017

Аннотация

Целью диссертационной работы является обоснование конструкции и параметров доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора, обеспечивающего повышение пропускной способности и стабилизацию вакуума под сосками вымени коровы.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель и задачи исследований, научная новизна, народно-хозяйственное значение выполненной работы. Приведены основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе дан обзор существующих доильных аппаратов, их преимуществ и недостатков. Представлены теоретические исследования по обоснованию конструктивно-технологических параметров доильных аппаратов. Обоснована необходимость создания доильного аппарата, обеспечивающего высокую пропускную способность, стабильность вакуума под сосками вымени коровы, обеспечивающего быстрое и полное выдаивание коров.

Во второй главе представлены теоретические предпосылки к созданию доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора, описана его конструктивно-технологическая схема. Теоретически обоснованы основные параметры и режимы его работы, в том числе получено уравнение вывода молока из вымени коровы вакуумным доильным аппаратом. Выведены формулы для определения диаметра отверстия для впуска воздуха в коллектор и диаметра отсасывающей трубки коллектора, а также высоты установки отсасывающей трубки относительно дна коллектора.

В третьей главе приведена программа и методика лабораторных исследований. Представлена лабораторная установка. Обработка опытных данных экспериментов проводилась с помощью программ «STATISTICA», «Mathematica», «Mathcad», «Microsoft Excel». Определены рациональные значения факторов для работы доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора. Представлена сходимость теоретических и экспериментальных исследований.

В четвертой главе изложена программа, методика и результаты испытаний в условиях производства. Представлена методика и расчет экономического эффекта от применения доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора.

Выполнено заключение, по результатам проведенных исследований даны рекомендации производству. Представлен список литературы, приложения.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. АНАЛИЗ СПОСОБОВ, СРЕДСТВ И СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ДОЕНИЯ КОРОВ.....	11
1.1 Технология и основные физиологические требования, предъявляемые к машинному доению коров.....	11
1.2 Анализ конструкций доильных аппаратов.....	15
1.3 Способы и устройства для доения высокопродуктивных коров.....	29
1.4 Анализ теоретических исследований по обоснованию процесса молоковыведения и параметров доильных аппаратов.....	42
1.5 Цель работы и задачи исследования.....	46
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ВЕРХНИМ ОТВОДОМ МОЛОКА ИЗ КОЛЛЕКТОРА.....	49
2.1 Теоретические предпосылки создания доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора.....	49
2.2 Конструктивно-технологическая схема доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора.....	49
2.3 Выведение молока из соска вымени коровы доильным аппаратом вакуумного действия.....	52
2.4 Определение диаметра отверстия для впуска воздуха в коллектор.....	59
2.5 Теоретическое обоснование диаметра отсасывающей трубки и молокосборной камеры коллектора.....	65
2.6 Теоретическое обоснование высоты установки отсасывающей трубки от дна коллектора.....	69
ВЫВОДЫ.....	74
3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ВЕРХНИМ ОТВОДОМ МОЛОКА ИЗ КОЛЛЕКТОРА.....	76
3.1 Программа исследований.....	76

3.2 Методика лабораторных исследований.....	77
3.2.1 Лабораторная установка.....	77
3.2.2. Выбор факторов, влияющих на пропускную способность доильного аппарата.....	87
3.2.3 Методика определения влияния высоты установки отсасывающей трубки относительно дна коллектора на пропускную способность и расход воздуха коллектора.....	88
3.2.4 Методика определения влияния диаметра отверстия для впуска воздуха в коллектор на пропускную способность доильного аппарата.....	91
3.2.5 Методика определения влияния диаметра отсасывающей трубки на пропускную способность и расход воздуха коллектора	92
3.2.6 Методика определения влияния вакуумметрического давления в системе на пропускную способность и расход воздуха коллектора.....	94
3.2.7 Методика определения колебаний разряжения под сосками вымени коровы при доении.....	95
3.2.8 Планирование многофакторного эксперимента.....	96
3.2.9 Программа и методика сравнительных испытаний.....	99
3.3 Результаты экспериментов.....	100
3.3.1 Результаты исследования влияния высоты установки отсасывающей трубки относительно дна молокоборной камеры коллектора на пропускную способность и расход воздуха коллектором.....	100
3.3.2 Результаты исследования влияния подачи воздуха в коллектор на пропускную способность доильного аппарата.....	103
3.3.3 Результаты исследований влияния диаметра отсасывающей трубки на пропускную способность и расход воздуха доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора.....	104
3.3.4 Результаты исследований влияния вакуумметрического давления на пропускную способность и расход воздуха коллектором.....	105
3.3.5 Результаты исследований по определению колебаний вакуума под	

сосками вымени коровы при доении.....	107
3.3.6 Результаты исследований многофакторного эксперимента.....	108
3.3.7 Результаты сравнительных испытаний доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора.....	112
3.4 Результаты сходимости теоретических и лабораторных исследований...	113
ВЫВОДЫ.....	115
4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТАННОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА.....	118
4.1 Программа и методика экспериментальных исследований разработанного доильного аппарата в условиях фермы.....	118
4.2 Результаты экспериментальных исследований разработанного доильного аппарата в условиях КФХ Сконников И.Ю	121
4.3 Внедрение результатов исследований.....	124
4.4 Экономический эффект от использования разрабатываемого доильного аппарата.....	125
ВЫВОДЫ.....	137
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	138
Список литературы.....	141
Приложения.....	154

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Российской Федерации в условиях импортозамещения и продовольственной безопасности страны активно развивается молочное животноводство. Эта отрасль животноводства наиболее трудоемка и требует значительных материальных затрат. Одним из трудоемких процессов на большинстве молочных ферм остается доение.

В последнее время благодаря улучшению пород крупного рогатого скота и условий их содержания, а также сбалансированности и количеству рационов питания, наблюдается рост продуктивности коров, которая достигает семи - восьми тонн молока в год на одну корову. Однако оборудование, используемое на многих фермах, устарело и зачастую не справляется с такой продуктивностью у коров.

Применение оборудования, не соответствующего физиологическим потребностям животного, может привести к тому, что при доении происходит:

- неполное выдаивание и снижение продуктивности коров, увеличение времени доения;
- обратный отток молока, «мокрое» доение;
- значительные колебания уровня вакуума под сосками вымени коровы, что ведет к заболеваниям вымени;
- «схлопывание» сосковой резины, что ведет к напозанию подвесной части на соски вымени коровы и пережимание их и др.

Исключить эти недостатки можно путем разработки доильного аппарата с высокой пропускной способностью, стабильным вакуумным режимом, что повысит эффективность машинного доения коров.

В связи с вышеизложенным, целью диссертационной работы является обоснование конструкции и параметров доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора, обеспечивающего повышение пропускной способности и стабилизацию вакуума под сосками вымени коровы.

Для выполнения указанной цели поставим следующие **задачи** исследований:

- провести анализ существующих конструкций доильных аппаратов, выявить направление их совершенствования, обеспечивающее увеличение пропускной способности и разработать конструктивно-технологическую схему доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора;
- теоретически обосновать параметры доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора;
- экспериментально обосновать и выявить рациональные параметры работы доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора;
- произвести проверку разработанного доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора в условиях производства, определить экономический эффект от его применения, выполнить заключение.

Объект исследований. Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора.

Предмет исследований. Рабочий процесс доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора.

Научная новизна диссертационной работы:

- конструктивно-технологическая схема доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора;
- теоретические положения по обоснованию конструктивно-режимных параметров доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора;
- результаты экспериментальных исследований доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора.

Техническая новизна доильного аппарата подтверждена патентом РФ на изобретение №2565276

Теоретическая и практическая значимость работы. Разработан доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора. Получены теоретические зависимости по обоснованию его конструктивно-режимных параметров, которые подтверждены экспериментально.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований имеют большую практическую значимость для конструкторских, проектных организаций и сельскохозяйственных предприятий.

Методология и методы исследования. При проведении теоретических исследований были использованы известные законы физики, теоретической механики, гидравлики и математики. Теоретические исследования проводились с целью получения аналитических зависимостей, которые позволили установить конструктивно-режимные параметры работы доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора. При проведении экспериментальных исследований применялись общеизвестные методики и разработанные на их базе – частные. Лабораторные и экспериментальные исследования в условиях хозяйства проводились с использованием современных электронных и механических устройств, установок и приборов, а также специально разработанных и изготовленных. Обработка экспериментальных данных в исследованиях осуществлялась методом математической статистики с использованием ПК и современных компьютерных программ: «STATISTICA», «Mathematica», «Mathcad», «Microsoft Excel».

Положения, выносимые на защиту:

- конструктивно-технологическая схема доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора;
- аналитические зависимости, обосновывающие параметры и режимы работы доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора;
- результаты лабораторных исследований по обоснованию конструктивно-технологических параметров доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора;
- результаты проверки разработанного доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора в условиях производства;
- результаты расчета экономического эффекта от применения доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность научных положений подтверждена достаточной сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований, применением современных методик и средств обработки результатов экспериментов, результатами внедрения в производство и учебный процесс.

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на научно-практических конференциях ФГБОУ ВО РГАТУ (г. Рязань, 2013-2017 г.), на IX международной научно-практической конференции «Аграрная наука – сельскому хозяйству» ФГБОУ ВПО АГАУ (г. Барнаул, 2014 г.), на международной научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки «Образование, наука, практика: инновационный аспект» ФГБОУ ВПО ПГСХА (г. Пенза, 2015 г.), на XIX Международной научно-производственной конференции ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, (г. Белгород, 2015), Международной научно-технической конференции молодых ученых и специалистов «Инновации в сельском хозяйстве» (г. Москва 2016 г., РФ, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ), на Международной научно-практической конференции "Научно-технический прогресс в АПК: проблемы и перспективы " (г. Ставрополь, 2016 г), в работе круглых столов Академии ФСИН России, (г. Рязань 2016-2017 гг.) и др. и опубликованы в 13 научных работах, в том числе 4 - в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, а также получен патент РФ на изобретение.

Исследования проводились в соответствии с планом НИОКР ФГБОУ ВО РГАТУ, тема «Совершенствование энергосберегающих технологий и средств механизации в отраслях животноводства» (№ гос. рег. 01201174434) 2011...2015 гг. в рамках раздела «Разработка физиологически адаптированных доильных аппаратов и технических средств контроля и учета молока».

1. АНАЛИЗ СПОСОБОВ, СРЕДСТВ И СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ДОЕНИЯ КОРОВ

1.1 Технология и основные физиологические требования, предъявляемые к машинному доению коров

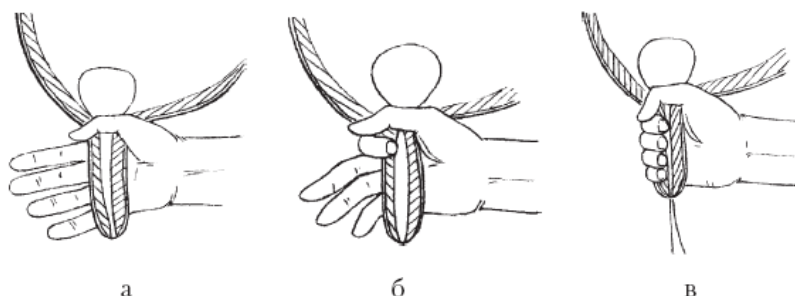
Машинное доение по технологии должно включать в себя следующие операции: подмывание вымени, обтирание и массаж вымени, сдаивание первых струек молока, надевание доильного аппарата, доение, машинное додаивание, отключение и снятие доильного аппарата. Эти операции технологии доения подтверждены многолетним практическим опытом. Все они тесно связаны с физиологией животного, поэтому при разработке новых средств механизации доения коров следует отталкиваться, прежде всего, от физиологических требований животного. В данном случае основным критерием является раздражение рефлекса молокоотдачи и полное выдаивание без нанесения ущерба здоровью животного.

Особенностью процесса эвакуации молока из вымени коровы является то, что он строго ограничен по времени и продолжается 3-5 минут [20,21,22]. В связи с этим при разработке средств механизации доения коров следует обратить внимание на то, что за этот период должно быть выведено молоко из вымени. Поэтому доильный аппарат должен соответствовать по пропускной способности молокоотдаче коровы. В этот интервал времени функционируют не только все элементы молочной железы коровы, но и гипофиз, а концентрация гормона окситоцина достигает пиковых значений в крови, причем держится максимальная концентрация всего 2 минуты, после начинает разлагаться. Таким образом, все физиологические механизмы коровы, связанные с выведением молока, функционируют 3-5 минут. Важно укладываться в эти промежутки времени, чтобы машинное доение не доставляло дискомфорт корове, что негативно скажется на будущих удоях.

Существуют несколько способов выведения молока из вымени: естественный (сосание теленком), ручное доение, машинное доение, выведение через катетеры. Последний способ заключается в выпускании молока через катетеры - специальные трубочки, вставленные в соски вымени коровы, его используют чаще всего при изучении явлений молокоотдачи и молокообразования.

Сосание молока теленком это наиболее естественный способ выведения молока из вымени коровы, используется в мясном животноводстве. При таком выведении молока теленок вбирает сосок в рот, прижимает его к небу и создает вакуум в ротовой полости, размыкая челюсти и оттягивая язык. Один теленок высасывает молоко с большой скоростью, однако за короткий период 2-3 минуты он не успевает высосать молоко из всех частей вымени, а экспериментальные исследования ученых [19,21] доказали, что за период однократного сосания теленок высасывает только цистеральное молоко, что негативно сказывается на образовании молока. Если же держать под коровой четыре теленка, то молокоотдача, молокообразование и период лактации увеличатся. В молочном животноводстве этот способ применяют для подсосного содержания телят.

При ручном доении достигаются высокие результаты раздоя коров [21,22]. При таком доении вакуум под соском не создается, а выведение молока из вымени происходит посредством сдавливания соска вымени руками.



а – пальцы ослаблены, молоко поступает в полость соска; б – большой и указательный пальцы перекрывают цистерну вымени и полость соска, обратный ток молока из соска в вымя невозможен; в – другие пальцы поочередно (сверху вниз) сжимают сосок и выдаивают молоко

Рисунок 1.1 - Доение коровы «кулаком»

Но при ручном доении есть ряд существенных недостатков:

- 1) при доении в ведро молоко взаимодействует с воздухом в результате происходит его загрязнение;
- 2) можно выдоить одновременно только 2 части вымени;
- 3) большие затраты труда;
- 4) за одну дойку один дояр может выдоить только 10-12 голов.

Опытным путем установлено, что скорость ручного извлечения молока из соска четверти вымени не соответствует скорости эвакуации молока из альвеол в начальный период акта молокоотдачи, в результате сокращение части миоэпителиальных клеток альвеол прекращается независимо от степени их опорожнения [21,50,54]. Таким образом, для контроля качества машинного доения использование ручного доения нецелесообразно.

В результате можно сделать вывод, что машинное доение стоит вне конкуренции по сравнению с другими способами выведения молока из вымени коровы, обеспечивая наиболее полное, быстрое и энергоэффективное выдаивание коровы.

При машинном доении огромную роль играют подготовительные операции, целью которых является стимуляция процесса молокоотдачи у коровы. По мнению большинства ученых огромную роль при машинном доении играет величина вакуума в подсосковой камере доильного стакана. Немецкие физиологи Н. Mielke и I. Schulz утверждают, что величина вакуума при машинном доении коров обуславливается двумя факторами: высокой отсасывающей способностью и надежным удержанием аппарата на сосках вымени коровы при доении. Они считают, что низкий вакуум не может предоставить высокой отсасывающей способности, что ведет к увеличению времени доения и к торможению рефлекса молокоотдачи [72].

Быстрое выдаивание животного зависит от состояния выводящей системы соска, в которой сфинктер играет основную роль [73,96,99]. Сфинктер – запирающая мышца соска, характеризующаяся тонусом. Тонус – длительное не сопровождающееся утомлением возбуждение нервных центров, например,

длительное сокращение гладких мышц, поддерживающее кровяное давление [18]. Оценив эту величину физически посредством величины вакуума, которой нужно воздействовать на сосок вымени, а, в частности, на сфинктер, пока не пойдет непрерывная струя молока. По данным Т. К. Городецкой эта величина равна 20-25 кПа до начала доения, при подмывании вымени и массаже она снижается в 2 раза, а в процессе доения животного - в 3-4 раза [29]. На основании этих данных можно сделать вывод, что для процесса машинного доения достаточно величины вакуума, равной 33-40 кПа, так считает В.Ф. Королев. [53]. Однако большинство ученых склоняются к мнению, что требуется более высокая величина вакуума при работе доильного аппарата [29]. Так, например, Н. Н. Mielke и I. Schulz [103], ссылаясь на исследования других ученых, описывают попытку доения при вакууме 66 кПа. При этом наблюдалась наибольшая молокоотдача, однако, после эксперимента на сосках вымени коров обнаружались язвочки и кровоподтеки, что вело к заболеванию вымени.

Американский ученый О. Noorlander [103] считает, что доение при высоком вакууме вредно по двум причинам: наползание подвесной части на вымя коровы и при большом перепаде давлений создается эффект «хлопка» (схлопывания), что приводит к повреждению как внешней поверхности соска, так и его выводной системы. Вакуум более 50 кПа травмирует ткани сосков вымени коровы, а также приводит к заболеванию маститом.

В результате исследований многих ученых, работающих в области механизации доения коров и практики применения доильных аппаратов, можно сделать выводы, что оптимальный рабочий вакуум при доении должен находиться в пределах 46...50 кПа [1,8,12,36,48,111].

В литературе встречается описание эффекта «баллонизации», который заключается в увеличении диаметра сосковой резин в такте сосания, в результате чего происходит наползание подвесной части доильного аппарата на соски вымени коровы. Эффект «баллонизации» происходит из-за колебаний вакуума

под сосками вымени коровы при доении и значительно удлиняет сосковую резину за период эксплуатации [118,121].

В вопросе о допустимой величине колебаний вакуума в подсосковой камере доильного стакана мнения ученых расходятся. Явление колебания вакуума под сосками вымени коровы более опасно для здоровья животного, чем то же явление в межстенных камерах доильных стаканов. Колебания вакуума могут быть циклическими, связанными с работой пульсатора, и случайными. Последние наиболее труднодиагностируемые и трудноустраняемые.

Ученые Н. Wonstonffom и Н. Stanzeiem провели исследования, которые показывают, что в момент максимальной молокоотдачи падение вакуума в подсосковой камере доильного стакана отличаться от номинального уровня в 1,5...2 раза, из этого можно сделать вывод, что колебания вакуума в подсосковой камере существенно зависят от скорости молокоотдачи коровы [122]. Также на величину вакуума в доильном стакане влияет снятие или надевание подвесной части доильного аппарата у соседнего с выдаиваемым животного. В случае неисправности вакуумного регулятора или нехватки производительности вакуумного насоса существенно ухудшаются вакуумные режимы доильного аппарата [118].

Данный материал свидетельствует о том, что современная доильная техника еще далека от совершенства. Актуальна проблема создания безвредной для здоровья животного доильной машины, обеспечивающей полное и быстрое извлечение молока из вымени коров, в том числе высокоудойных, исключая наползание и негативные воздействия скачков вакуума на вымя коровы.

1.2 Анализ конструкций доильных аппаратов

В настоящее время на фермах нашей страны используются разнообразные конструкции доильных аппаратов как отечественного производства, так и зарубежного. На рисунке 1.2 представлена классификация доильных аппаратов, предложенная Ульяновым В. М. и Коледовым Р.А.

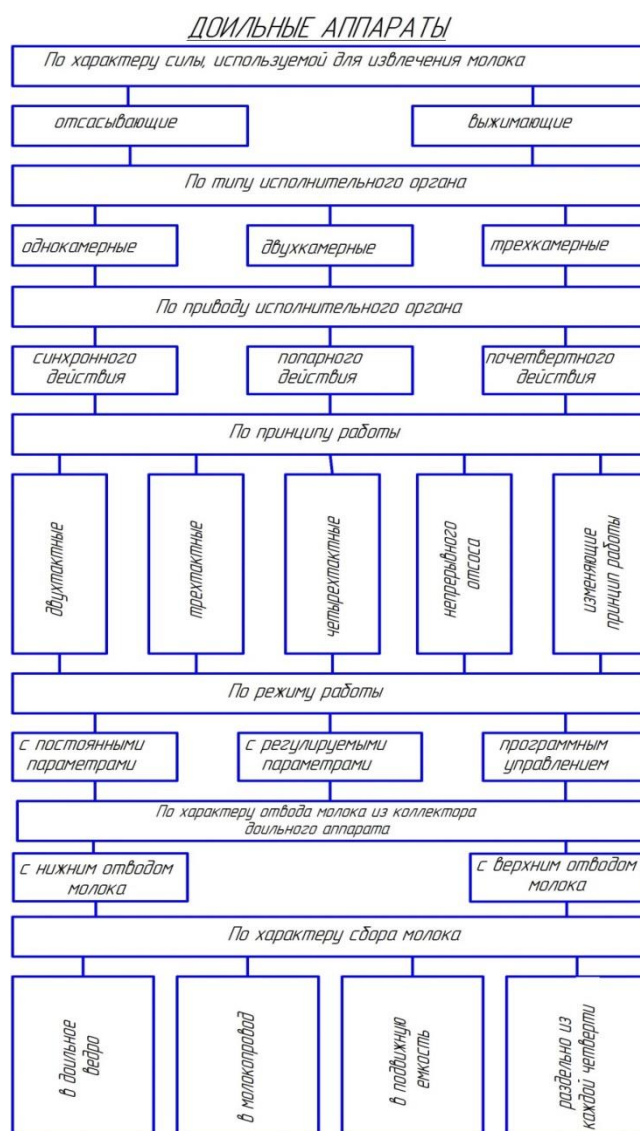
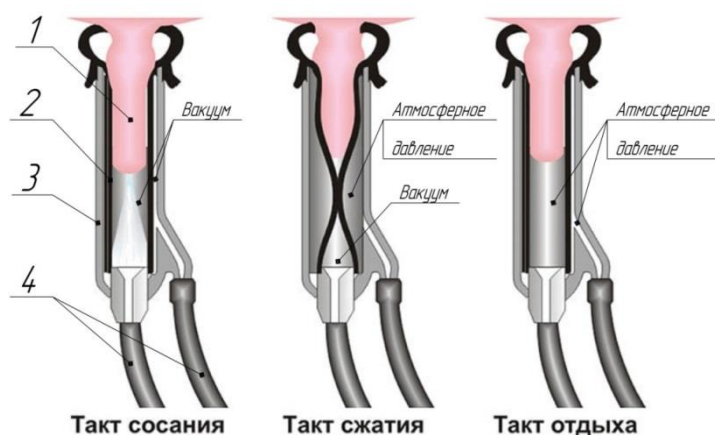


Рисунок 1.2 – Классификация доильных аппаратов

подавляющее большинство доильных аппаратов, используемых в настоящее время, можно разделить по принципу работы, по характеру силы, используемой для извлечения молока, по приводу исполнительного органа, по режиму работы и по характеру отвода молока из коллектора. По принципу работы делятся на: двухтактные, трехтактные, четырехтактные и непрерывного отсоса. Эти доильные аппараты отличаются количеством тактов: двухтактные имеют такт сосания и такт сжатия, трехтактные – сосание, сжатие, отдых (рисунок 1.3), четырехтактные – сосание, отдых, сжатие, отдых.

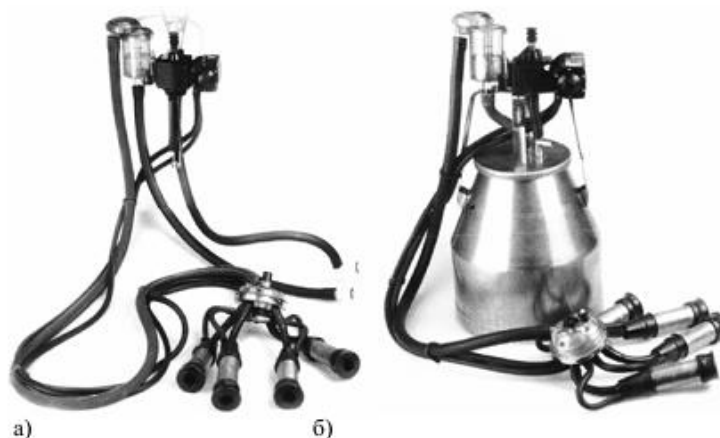


1 – сосок вымени коровы; 2 – сосковая резина; 3 – гильза; 4 – молочный и вакуумный патрубки.

Рисунок 1.3 – Схема работы и устройство двухкамерных доильных стаканов

По характеру силы, извлекающей молоко аппараты подразделяются на отсасывающие, выжимающие, выжимающе-отсасывающие. По приводу исполнительного органа аппараты делятся на почетвертного, попарного и синхронного действия. По режиму работы аппараты бывают с постоянными и регулируемыми параметрами. Большинство доильных аппаратов, используемых в настоящее время на фермах, это доильные аппараты, работающие по принципу отсоса молока из вымени коровы посредством вакуума в подсосковой камере доильного стакана.

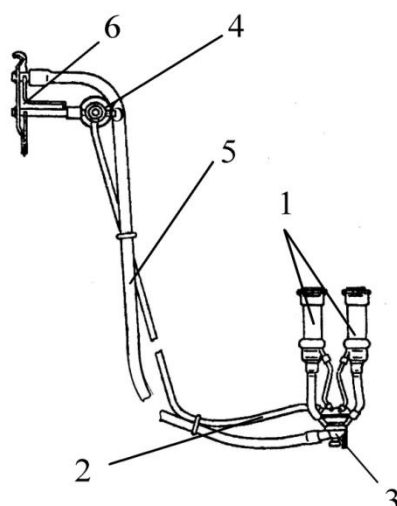
Исследованием отсасывающих доильных аппаратов занимались многие ученые [1,3,7,9,13,14,15,16,17,24,26,28,37,54,56,104]. В настоящее время на многих фермах России широко используются двухтактные доильные аппараты отечественного производства синхронного доения, отсасывающего действия: ДА-2М, АДУ-1М, АДУ-1-03, АДУ-1-04, а также аппараты попарного действия: «Нурлат» (Рисунок 1.4), «Дояр», встречаются также трехтактные - «Волга». Широко используются зарубежные доильные аппараты System Happel (Германия), Westfalia Surge (Германия), SAC (Дания), DeLaval (Швеция) и других.



а – исполнение для доения в молокопровод; б – исполнение для доения в ведро

Рисунок 1.4 - Общий вид доильного аппарата «Нурлат»

Двухтактный доильный аппарат (Рисунок 1.5) состоит из: доильных стаканов 1, вакуумного и молочного шлангов 2,5, коллектора 3, пульсатора 4, и ручки переходника 6. В случаях доения в доильное ведро ручка-переходник 6 отсутствует. Молочный и вакуумный шланги 2 и 5 служат для транспортировки соответственно молока в молокопровод или доильное ведро, вакуума из вакуумпровода в подвесную часть доильного аппарата.



1 - доильный стакан; 2 - шланг переменного вакуума; 3 – коллектор; 4 - пульсатор; 5 - молочный шланг; 6 – ручка-переходник молоко-вакуумного крана.

Рисунок 1.5 – Схема двухтактного доильного аппарата.

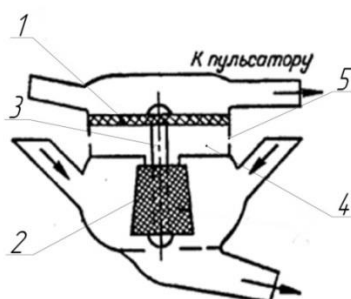
Коллектор 3 доильного аппарата предназначен для сбора молока поступающего от доильных стаканов 1 и дальнейшей транспортировки его в молокопровод или доильное ведро посредством молочного шлага 5. Также на коллекторе располагается распределитель вакуума, с помощью которого переменный вакуум передается от пульсатора в межстенные камеры доильных стаканов. На коллекторе имеется клапан для отключения доильных стаканов от вакуума при снятии, а также при спадании с сосков вымени [53].

Пульсатор 4 доильного аппарата служит для преобразования постоянного вакуума в переменный. Благодаря пульсатору происходит смена тактов сжатия и сосания. В межстенную камеру доильного стакана попеременно поступает атмосферное давления и вакуум.

Несмотря на широкое распространение двухтактных доильных аппаратов им присущи существенные недостатки, в частности, наполнение доильных стаканов на соски вымени коровы. В результате наполнения возможно пережатие доильным стаканом сосков вымени коровы, что преждевременно останавливает процесс доения, в результате которого возникает неполное выдаивание, и происходит нарушение кровообращения в вымени коровы. Во время доения при быстром опорожнении молочной цистерны есть шанс распространения вакуума на внутреннюю область соска и в полость вымени, что является причинами воспалений и маститов, возникает явление «сухого» доения. При интенсивной молокоотдаче у высокопродуктивных пород коров может наблюдаться переполнение молокосборной камеры коллектора, обратный отток молока и колебание вакуума под сосками. Такие аппараты требуют высокого внимания операторов доения и строгого соблюдения всех зоотехнических норм и правил машинного доения.

Как альтернатива двухтактным доильным аппаратам еще в конце 30-х годов В.Ф. Королевым, А. А. Матюгиным и И. Н. Красновым была предложена конструкция трехтактного доильного аппарата [53]. Отличием данного аппарата от двухтактного исполнения является конструкция коллектора. Коллектор

трехтактного доильного аппарата (рисунок 1.6) имеет дополнительную гибкую мембрану 1, клапан 2, которые соединяются между собой штоком 3. Между мембраной и клапаном образуется камера постоянного атмосферного давления 4, с отверстиями 5 для сообщения с атмосферой. Такая конструктивная особенность коллектора при доении позволяет добавить еще один такт – такт отдыха. Такт отдыха наступает когда из пульсатора через распределитель вакуума совмещенный с коллектором подается атмосферное давление, мембрана прогибается, толкая шток с клапаном вниз, что обеспечивает поступление воздуха под соски вымени коровы.



1 – мембрана; 2 – клапан; 3- шток; 4- камера постоянного атмосферного давления; 5 - отверстия

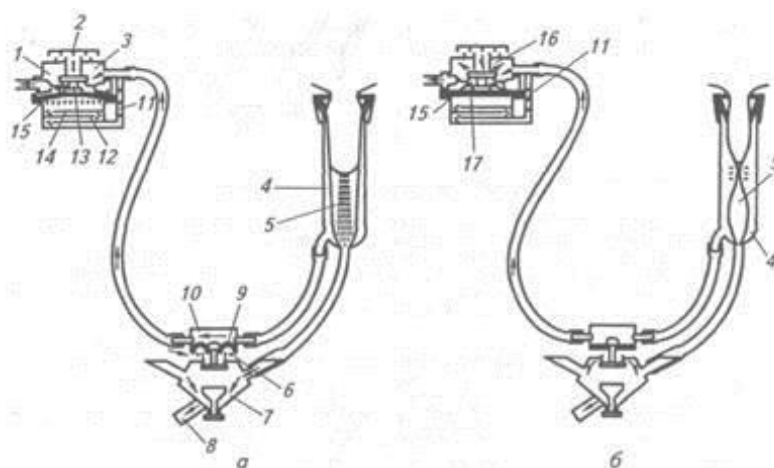
Рисунок 1.6 – Схема коллектора трехтактного доильного аппарата

Трехтактный режим работы в большей степени отвечает физиологическим особенностям животного, нежели двухтактные. Так, наличие такта отдыха способствует нормальному кровообращению в сосках и вымени коровы и притоку молока из вышерасположенных частей емкостной системы вымени, при этом доильные стаканы к концу доения почти не наползают на основания сосков, и незначительная передержка доильных стаканов на сосках вымени коровы не причиняет заметного вреда животному [19].

Есть мнение, что применение трехтактных доильных аппаратов безвредно для животных, а их использование ведет к снижению заболеваемости коров маститами. В тоже время трехтактные доильные аппараты имеют ряд существенных недостатков, к которым относятся увеличение времени доения из-за меньшей пропускной способности доильного аппарата, что в современных

условиях роста продуктивности коров критично и не удовлетворяет зоотехническим нормам. Также недостатками трехтактного доильного аппарата при его работе являются высокая обсемененность бактериями молока из-за увеличившегося времени контакта молока с атмосферным воздухом, увеличение расхода энергии из-за дополнительного расхода воздуха, а также «мокрое» доение, которое представляет собой обмывание сосков вымени животного молоком, что может спровоцировать заболевания вымени у коров.

Как промежуточный вариант доильных аппаратов между аппаратами двухтактного и трехтактного исполнения – это низковакуумный доильный аппарат АДУ 1-03 разработанный в ВИЭСХ [19,33], особенностью работы которого является кратковременный периодический пуск большой порции воздуха в молокосборную камеру коллектора, который осуществляется с наступлением такта сжатия (рисунок 1.7).



а — такт сосания; б — такт сжатия;

1, 8 — камеры постоянного вакуума; 2, 6 — камеры атмосферного давления; 3, 7 — камеры переменного вакуума; 4 — межстенная камера; 5 — подсосковая камера; 9, 15 — резиновые мембраны; 10 — камера переменного вакуума коллектора; 11 — канал камер переменного вакуума; 12 — дроссель; 13 — клапан; 14 — управляющая камера пульсатора; 16 — верхняя площадка клапана пульсатора; 17 — нижняя площадка клапана пульсатора.

Рисунок. 1.7 - Схема работы низковакуумного доильного аппарат

Такой режим работы доильного аппарата обеспечивает стабильность вакуумного режимов при такте сосания и снижение вакуума при такте сжатия. Это, по мнению разработчиков, положительно влияет на здоровье вымени коровы, обеспечивает наиболее полное молоковыведение, способствует хорошему раздою коров. Общий уровень вакуумметрического давления в молочной и вакуумной линиях установок при доении АДУ 1-03 снижается до 45 кПа, что снижает еще и энергозатраты.

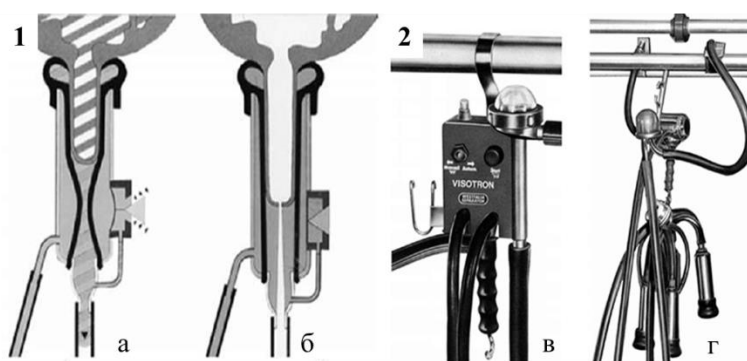
В настоящее время широкое распространение получили доильные аппараты попарного доения, которые попарно выдаивают левые и правые (либо передние и задние) доли вымени коровы. Такой процесс доения достигается благодаря пульсатору, который одновременно подает в межстенную камеру одной пары стаканов вакуум, а в другой - воздух. К таким аппаратам относятся «Дояр» (НПП СельТех), АДС 25.00 (Гомельагрокомплект), UNIFLOW3 (SAC), MU100 (DeLaval) и другие. У этих доильных аппаратов более сложная конструкция, но это можно оправдать более сильной стимуляцией за счет попарной смены тактов, меньшим колебанием вакуума при интенсивном молоковыведении, меньшим гидравлическим сопротивлением в молочном шланге.

В доильном аппарате «Дояр» используются трехкамерные доильные стаканы с силиконовыми присосками и прозрачными гильзами, позволяющими визуально контролировать процесс молоковыведения (рис. 1.8). Присоски составные выполнены из силикона и оказывают массаж на сосок и вымя коровы во время доения.



Рисунок 1.8 – Доильный аппарат «Дояр»

Westfalia Separator (ФРГ)[19] производит доильный аппарат, оснащенный электронным пульсатором «STIMOPULS C», предусматривающий использование процесса стимуляции сосков вымени при доении и додаивании с учетом процесса молокоотдачи коровы во время дойки, а также изменяющиеся индивидуальные особенности животных в промежутке между отелами. Он осуществляет стимуляцию высокой частотой 300 пульсаций мин^{-1} сосковой резины в начале доения (60 с) и отключение пульсаторов в такте сжатия в конце доения. Также конструкция доильного стакана аппарата «BIO-MILKER» фирмы Westfalia Separator (Рисунок 1.9) во время такта сжатия позволяет стимулировать процесс молокоотдачи у коров и тем самым увеличить продуктивность коров на 5 %.



1 - Схема работы доильного стакана «BIO-MILKER»: а – стимуляция; б – молокоотдача;

2 - Доильные аппараты фирмы Westfalia Separator с пульсатором: а- «VISOTRON»; б - «VACUPULS-CONSTANT»

Рисунок 1.9 – Доильное оборудование фирмы Westfalia

Отличительной особенностью доильных аппаратов попарного действия с регулируемыми параметрами, таких как «Дуовак» (DeLaval), «Нурлат» (РФ) является наличие приемника и блока управления. Приемник и блок управления объединены с пульсатором в единый узел. Приемник анализирует темп молокоотдачи, а блок управления устанавливает необходимый режим доения и регулирует давление под сосками вымени коровы, устанавливая высокое или низкое вакуумметрическое давление. Смена вакуума в подсосковой камере доильных стаканов предотвращает наполнение, обеспечивает более полное

выдаивание, снижает риск заболевания вымени коровы из-за воздействия вакуума. Недостатком доильных аппаратов является их сложная конструкция и низкая надежность [19]

Представлен доильный аппарат SAC. «UNICO 1», отличительными особенностями которого являются плавающая конструкция распределителя переменного вакуума, который свободно перемещается по стержню коллектора, позволяя избежать перегибов патрубков, и наличие устройства для снятия доильного аппарата с вымени коровы по окончании доения.

Фирма «Импульс» выпускает доильный аппарат М901/1, [54] который контролирует подачу молока из каждой четверти вымени, как визуально - через прозрачные шланги, так и по прибору, учитывающему удой за 1 минуту и за 15 секунд и выводящим результаты на цифровое табло. Процессами доения управляет прибор МА-1/2 («Физио-Матик»). Доильный аппарат М901/1 автоматически производит массаж вымени перед доением, переходит на машинное доение и додаивание, выдает команду на прекращение доения после окончания молокоотдачи.

Наряду с представленными выше доильными аппаратами существуют аппараты выжимающе-отсасывающего действия. В этих доильных аппаратах для извлечения молока используется избыточное давление воздуха на поверхность соска. Первая доильная машина такого действия это «Шарплес» [54]. Во время доения при такте сжатия в межстенные камеры доильных стаканов подается избыточное давление, что должно способствовать нормализации кровообращения в сосках, нарушенного во время такта сосания. Однако необходимость дополнительного трубопровода с избыточным давлением для функционирования данной машины сводит все преимущества на нет [115].

Доильный аппарат «Доярка» (СССР) также выжимающе-отсасывающего действия. Он состоит из двухкамерных доильных стаканов, изготовленных в виде конусообразной трубки, расширяющейся снизу вверх. Во время доения в подсосковой камере доильного стакана поддерживается низкое вакуумметрическое давление, а в межстенной камере высокое

вакуумметрическое давление при такте отдыха меняется на избыточное давление при такте выжимания.

Многие попытки создания доильных аппаратов, имитирующих ручное доение, успехом так и не увенчались. Это вызвано существенным недостатком данных типов доильных аппаратов: при доении во время такта отдыха избыточное давление выжимает снизу вверх не только кровь, восстанавливая кровообращение, но и молоко, находящееся в соске (обратный отток), что недопустимо по причине торможения молокоотдачи и возможности заражения цистерны вымени маститами.

Помимо серийно выпускаемых доильных аппаратов, существует множество экспериментальных образцов, которые отличаются как по конструкции, так и по принципу работы.

Интересны доильные аппараты с однокамерными доильными стаканами, которые просты в исполнении, не имеют сосковой резины, а выполнены в виде конуса из прозрачного материала с присоской в верхней части. В первых доильных аппаратах, использующих однокамерные доильные стаканы, применялся принцип непрерывного сосания. Позднее в СССР был разработан доильный аппарат «Стимул», который имел на концах однокамерных доильных стаканов гофрированные резиновые присоски, которые во время такта сосания сокращались по длине, тем самым конец соска оказывался вблизи конусной части стакана. Во время такта отдыха присоска удлиняется, тем самым отдаляя сосок от конусной части стакана. По мнению авторов, такая конструкция должна была стимулировать молокоотдачу, а также ограничивать наполнение стаканов и гарантировать чистое и полное выдаивание. Однако практическое их применение выявило, что конусная часть стакана пережимает конец соска при такте сосания, тем самым пережимая сфинктер соска и ограничивая молокоотдачу. Несмотря на доказанную нецелесообразность применения доильных аппаратов данного типа, были попытки их разработки и в настоящее время. Так, А. А. Ганаевым был предложен доильный аппарат «Зорька», которому были присущи те же недостатки.

Ульянов В.М. и Карпов Ю.Н. предложили конструкцию доильного аппарата со стимулирующим действием и одновременным его отключением по завершению молокоотдачи [89]. Отличительной особенностью является конструкция пульсатора с использованием термосильфона, который в начале доения при нагреве от молока включает доильный аппарат. В конце доения, когда молокоотдача минимальна, он остывает и выключает доильный аппарат на такте сжатия, что позволяет подвесной части оставаться на сосках вымени коровы, а сомкнутая сосковая резина обеспечивает защиту сосков от холостого доения при передержке.

Ученые Г.Е. Литман, Н.А. Петухов, Р.С. Петухова [92] разработали доильный аппарат АДС-1 со стимулирующими импульсами. В серийное производство запущен под маркой АДУ-1-04. Его отличительная особенность заключается в конструкции пульсатора, который обеспечивает при такте сосания пульсации, основную $65...70 \text{ мин}^{-1}$, на которую накладывалась дополнительная пульсация в 8...10 раз превышающая основную. Разработчики считали, что микроколебания во время доения не уступают ручному массажу и способствуют повышению молокоотдаче.

Существуют доильные аппараты непрерывного отсоса, к которым относится аппарат «Темп». Принцип работы данного доильного аппарата заключается в том, что в рабочих камерах пульсатора значения давления и разрежения не достигают своих максимальных значений, поэтому сосковая резина не смыкается и не размыкается полностью, а совершает сокращения с малой амплитудой. Доильный аппарат имеет высокую скорость доения, однако во время работы данного аппарата происходит значительное наполнение доильных стаканов на соски вымени коровы, что, в свою очередь, нарушает кровообращение сосков вымени коровы.

Предложенный Э.А. Келипсом доильный аппарат в процессе доения изменяет принцип работы [56]. В начале доения данный аппарат работает по трехтактному принципу, а потом переходит в двухтактный. К этой группе можно отнести также доильный аппарат, который в процессе доения переходит с двухтактного режима на непрерывный отсос молока.

Интерес представляет доильный аппарат, совмещающий в себе работу аппаратов АДУ 1-04 (с вибропульсатором) и ДА-2М (двухтактного) – аппарат с управляемой стимуляцией [83]. До припуска коровой молока в начале доения он работает по принципу АДУ 1-04 с микропульсацией сосковой резины, а во время интенсивной молокоотдачи, происходит переход на режим обычного двухтактного аппарата. В конце интенсивной молокоотдачи аппарат с управляемой стимуляцией снова переходит на режим с микропульсациями сосковой резины. Такой принцип работы комбинирует в себе положительные качества АДУ 1-04, стимулируя рефлекс молокоотдачи в начале и конце доения, и также быстро как ДА-2М отсасывает молоко в основное время доения.

Существует целый ряд доильных аппаратов с различными устройствами для массажа вымени. В.Ф. Королев [53] описывает доильный аппарат с гофрированными трубками, при поступлении в межстенные камеры доильных стаканов вакуума гофрированная трубка будет сжиматься, а при поступлении воздуха - разжиматься, из-за чего создаются колебания подвесной части. При совпадении частот собственных колебаний с вынужденными колебаниями возможен резонанс, вызывающий новый физиологический эффект стимулирования молокоотдачи [53].

Такие фирмы как DeLaval (Швеция), S.A. Christensen (Дания), Westfalia, Impulsa GmbH (Германия), VouMatic выпускают доильные аппараты с манипуляторами, которые имеют как постоянные параметры доения, так и подстраиваются под интенсивность молокоотдачи коров.

Доильный аппарат MU 350 «Милкмастер» от «DeLaval» во время доения подстраивается под поток молока. В начале и конце доения обеспечивается низкий вакуум равный 33 кПа, а пульсации поддерживаются на уровне 50 пульсаций в минуту, что стимулирует молокоотдачу у коровы, а в момент интенсивной молокоотдачи аппарат перестраивается на нормальный режим работы с вакуумом 50 кПа и частотой пульсаций 60 в минуту. По завершению процесса доения манипулятор, работающий от пневмодвигателя, автоматически снимает подвесную часть с вымени коровы, что исключает сухое доение.

Аналогичной по принципу работы, но более технически простой является отечественная версия доильного аппарата с манипулятором, основанная на пневмоавтоматике, разработанной Ульяновым В.М. и Кирьяновым А.Ю. [84]. Разработка и создание многофункциональных доильных аппаратов ведет к неминуемому усложнению их технической составляющей и обслуживания, повышению цен. В тоже время многофункциональные аппараты способствуют полному и безвредному для коров извлечению молока.

Ульяновым В. М. и Хрипиным А. В. предлагается конструкция доильного аппарата оригинальной конструкции. Коллектор доильного аппарата с изменяющейся нагрузкой на четверти вымени коровы снабжен подвижной массой (поршнем), которая во время доения, в зависимости от такта, изменяет центр масс подвесной части доильного аппарата. Такая конструкция доильного аппарата при работе позволяет добиться стабильного процесса молоковыведения, щадящего обращения с выменем, исключает напользание и спадание подвесной части доильного аппарата [85]. Недостатками этой конструкции является некоторая сложность исполнения коллектора.

Из данного обзора следует, что конструкции доильных аппаратов и, в частности, их подвесной части далеки от совершенства. За основу при разработке доильной техники следует принимать физиологическую адаптивность ее к организму животных. Так как подвесная часть доильного аппарата непосредственно контактирует с организмом животного, то на нее следует обращать особое внимание. Подвесная часть - самый важный узел доильного аппарата. Поэтому от конструкции подвесной части, ее пропускной способности, массы, технического и санитарного состояния зависит скорость и полнота выдаивания, качество молока, здоровье молочной железы коровы и затраты ручного труда.

Определенные недостатки, присущие конструкциям доильных аппаратов при доении высокоудойных коров. В период интенсивной молокоотдачи у коровы при выходе молока из коллектора, в нижней части молочного шланга может образоваться молочная пробка, которая перекрывает доступ разряжения из

молокопровода в подсосковые камеры доильных стаканов, что приводит к резкому снижению разряжения. Это влияет на возможное торможение рефлекса молокоотдачи и колебание с дестабилизацией вакуумного режима доения.

В итоге это может привести к переполнению молокосборной камеры коллектора, обратному оттоку молока, спаданию подвесной части с вымени коровы [11,14,25,34].

Перспективным направлением в создании доильных аппаратов в настоящее время является разработка доильных аппаратов, справляющихся с большими потоками молока от высокоудойных коров, обеспечивающими полное и безопасное выдаивание, при этом имея стабильный вакуум под сосками вымени коровы. Такая конструкция позволит сократить риск заболеваемости коров, позволит быстро выдаивать высокопродуктивных коров, предотвратит наползание и спадание доильных стаканов с вымени коровы.

1.3 Способы и устройства для доения высокопродуктивных коров

В настоящее время в результате улучшения пород крупного рогатого скота, способов содержания и сбалансированных рационов кормов в молочном животноводстве наблюдается рост продуктивности коров (рис. 1.10).

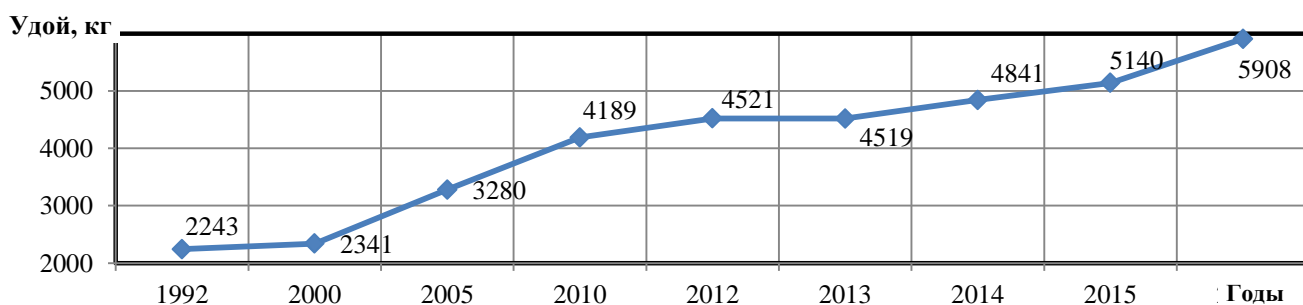


Рисунок 1.10 – Рост продуктивности коров в РФ

Так, продуктивность одной коровы в нашем регионе достигает пяти - восьми тонн молока в год [119]. Используемые на практике как синхронные, так и попарного доения доильные аппараты не всегда справляются с высокой молокоотдачей у коров. Из-за чего увеличивается время доения, а также риски

заболевания молочной железы коровы. В результате больших потоков молока молокосборная камера коллектора переполняется, наблюдается обратный отток молока, дестабилизация вакуумных режимов в подсосковых камерах доильных стаканов. Все это вынуждает разработать доильные аппараты, которые позволят без проблем выдаивать коров с любой продуктивностью.

Известно несколько путей для решения проблем полного и быстрого выдаивания высокопродуктивных коров. Это использование коллекторов с повышенным объемом молокосборной камеры, увеличение диаметров молочных шлангов и трубок, доение при повышенном вакууме, коллекторы с верхней эвакуацией молока. Рассмотрим некоторые из них подробнее.

Рост продуктивности коров вынуждает использовать высокоэффективное современное доильное оборудование, в частности, необходимы доильные аппараты с высокой пропускной способностью, справляющиеся с большими потоками молока, обеспечивая полное выдаивание, не нанося негативных последствий для здоровья коровы.

Один из наиболее распространенных способов увеличения пропускной способности доильных аппаратов заключается в увеличении объемов коллектора, а в частности молокосборной камеры. По некоторым данным, с увеличением объемов молокосборной камеры коллектора стабилизируют вакуумные режимы в подсосковых камерах доильных стаканов, что положительно влияет на пропускную способность доильного аппарата.

На рынке наблюдаются тенденции увеличений молокосборных камер доильных аппаратов зарубежными компаниями. Так, можно наблюдать увеличение объема молокосборной камеры коллектора у таких зарубежных фирм как DeLaval (до 450 см³), SURGE (до 600 см³), S.A.C. (490 см³), G.E.A.(Westfalia) (до 450 см³) и т. д. У отечественных доильных аппаратов и аппаратов произведенных в странах СНГ значительного увеличения объемов молокосборной камеры коллектора не наблюдается: ДА-2М – 105 см³, УИД 07.000 – 380 см³, АДС-25 от 250 до 350 см³ и т.д. Большой объем коллектора позволяет предотвратить перекрестное распространение мастита между долями вымени и

обеспечить стабильный отток молока из коллектора. Однако увеличение объема коллектора ведет к увеличению размеров и массы подвешной части доильного аппарата, что негативно отражается на физиологической приспособленности доильного аппарата к вымени коровы.

В источниках нет однозначного обоснования объема коллектора (молокосборной камеры) доильного аппарата. В основном в литературе представлены данные по подбору диаметров трубок и шлангов, которые подбираются экспериментально. Однако правильный подбор диаметров трубок и шлангов оказывает существенное влияние на пропускную способность доильного аппарата.

По данным венгерских ученых, падение разрежения в доильном аппарате можно свести до минимума, если увеличить d_T до 11 мм, $d_{ш}$ - 15 мм, а объем коллектора до 300 см³. Предлагается магистральные трубопроводы располагать ниже уровня вымени. При доении на установках с указанными совершенствованиями продолжительность доения сокращается, снижается машинный додой, заболеваемость клиническим маститом уменьшается на 50 - 70% [102].

При равенстве чисел Фруда в шлангах и трубках, исключая промежуточные преобразования, будем иметь [58] :

$$\frac{d_{ш}}{d_T} = 1,74 \quad (1.1)$$

где $d_{ш}$ -диаметр шланга, мм

d_T - диаметр трубок, мм

Такое соотношение диаметров трубок и шлангов принято в отечественном машиностроении, однако у зарубежных производителей это соотношение колеблется от 1,44...1,81 [58](таблица 1.1). Увеличение диаметров шлангов и трубок существенно влияет на стабильность вакуумных режимов доильного аппарата и падение разрежения, но увеличение нужно производить одновременно

для шланга и трубок, руководствуясь отношением (1.1), [35] иначе это не даст желаемых результатов.

Таблица 1.1 – Соотношение диаметров молочных трубок и шлангов доильных аппаратов отечественного и зарубежного производства

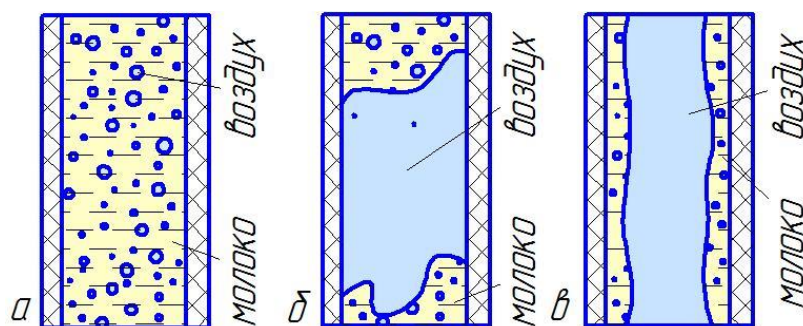
Марка доильного аппарата	d_T , мм	$d_{ш}$, мм	$d_{ш}/d_T$
1	2	3	4
Расчетное	-	-	1,74
«Волга»	8,0	14,0	1,75
АДУ - 1	8,0	14,0	1,75
«Alfa-laval»	9,0	14,0	1,56
«De - laval»	8,5	15,0	1,76
«Манус»	8,0	14,5	1,81
«Милка»	9,0	15,2	1,69
«Эльфа»	8,0	11,5	1,44
Импульс – М59	8,0	14,0	1,75
ДПР - 2	10,0	18,0	1,8

Транспортирующая способность доильного аппарата не всегда соответствует интенсивности доения. По данным ряда ученых [95] при максимальной молокоотдаче коров при доении типовыми доильными аппаратами может возникнуть обратный отток молока или «мокрое» доение. Это возникает из-за переполнения молочной камеры и шлангов молоком, величина и уровень стабильности разрежения снижаются. Создаются условия для возвратно-поступательного движения молока в молочном шланге со снижением его качества и заболеванием животных. Чтобы снизить вероятность возникновения этих явлений обеспечивают впуск воздуха в коллектор. Коллектор доильного аппарата выступает в роле смесителя молока и воздуха, из которого в дальнейшем получившаяся смесь эвакуируется в молокопровод или доильное ведро.

Поступление воздуха в коллектор благотворно сказывается на пропускной способности доильного аппарата. При этом каждому типу доильных аппаратов соответствует своя оптимальная подача воздуха. Так, для отечественного аппарата АДУ-1 она лежит в пределах 3,2-6,6 л/мин [36], у зарубежных аппаратов производства Швеции и Англии 4–11 л/мин [38], а у пульсоколлектора аппарата ДА-50 на холостом ходу достигает 27 л/мин [51].

Совместное движение молока и воздуха может характеризоваться наличием разных форм течения. При движении по молокопроводу смеси, воздушная ее фаза может быть распределена по всему сечению шланга как в виде маленьких пузырьков воздуха, так в виде больших скоплений, которые занимают все сечение трубопровода. Также воздух может двигаться как бы в центре трубопровода, а жидкость распределена по его краям, образуя пленку, причем границы раздела фаз может быть как гладкой, так и волнистой формы.

По структуре молоковоздушной смеси ее движение по молочному шлангу во время доения можно разделить на 3 основных (рис. 1.11): кольцевая, пробковая (снарядная) и пузырьковая [58,108]



а-пузырьковая (диспергированная); б – пробковая (снарядная); в – кольцевая

Рисунок 1.11- Структуры потока молоковоздушной смеси.

Следует обратить внимание, что четкой границы между структурами движения нет. Так, при увеличении подачи воздуха при постоянной интенсивности молокоотдачи или при уменьшении подачи молока и неизменном поступлении воздуха наблюдается переход от кольцевой структуры в пробковую и пузырьковую. При обратных манипуляциях с воздухом и молоком наблюдается обратные переходы структур.

При небольших содержаниях молока при течении вертикально в молочном шланге наблюдается кольцевая структура течения потока, в которой пульсации незначительны. С увеличением количества молока увеличиваются беспорядочные (пульсационные) возмущения в результате турбулентного движения воздуха и молока. На поверхности пленки появляются волны. В молоке при увеличении относительной скорости воздуха пульсационные возмущения увеличиваются так, что частицы молока смещаются относительно первоначального положения, на поверхности образуются волны. Причем скорость движения воздуха на гребне волны выше, чем у впадин. По закону сохранения энергии, это вызывает разные давления, поверхностные волны имеют малую частоту и амплитуду. При значительных скоростях воздуха наблюдается экспоненциальный рост амплитуды во времени, а поверхность становится неустойчивой. Неустойчивая волновая поверхность, рост амплитуды и понижение воздухосодержания влечет за собой возникновение пробковой структуры [58,108].

При кольцевой структуре движения молоко прижимается к стенкам молочного шланга, а воздух движется в центре струей, в которой распылена часть молока. По мере движения смеси вверх, жидкая пленка становится тоньше, возрастают гидравлические сопротивления, снижается скорость течения. При приближении к критической скорости движение на поверхности жидкой пленки замедляется, возникает два вида волн, одни направлены вверх, а другие вниз. При критической скорости амплитуда волн достигает максимальных значений, их движение останавливаются и появляются пульсации, расположение их по шлангу беспорядочно. Наблюдается эффект «захлебывания», при котором жидкая составляющая структуры начинает двигаться в обратную сторону, вследствие изменившейся скорости движения воздуха и увеличения гидравлических сопротивлений. Скорость воздуха, при которой происходит это явление, называется критической скоростью по опрокидыванию. Если скорость воздуха выше критической, то все молоко в виде водянистой пленки движется вверх, если скорость ниже критической, наблюдается утолщение пленки, возникновение жидких перемычек – происходит смена режима на пульсационный.

Кольцевая структура течения присуща всем доильным аппаратам. Чаще всего наблюдается вначале доения, когда количество поступающего молока не велико и в заключительной стадии процессе додаивания. При возникновении данной структуры течения в процессе транспортировки молока, потери разряжения не значительны, однако увеличивается время эвакуации молока. Это ведет к неэффективной работе доильного оборудования и снижению качества молока. Поэтому кольцевую структуру движения смеси следует избегать или минимизировать.

Пробковое или снаряжное течение – наиболее распространенная структура течения смеси. Для этого течения характерно периодическое движение цилиндрических пузырей воздуха, диаметр которых ограничивается диаметром шланга, а длина не ограничена. Следом за воздушным пузырем следует молочная пробка, содержащая в себе мелкие пузырьки воздуха. При проталкивании пробки резко падает разряжение в подсосковой камере доильных стаканов, что чревато появлением высокоамплитудных пульсаций. Число таких пробок тем больше, чем меньше воздухосодержание. С уменьшением воздухосодержания колебания разряжения растут.

Пробковая структура характерна тем, что пропускная способность доильного аппарата явно ниже интенсивности доения. При данном режиме наблюдается обратный отток молока, переполнение коллектора и молочного шланга молоком, самая низкая стабильность вакуума и самая большая нагрузка на вымя коровы.

При снижении воздухосодержания в смеси наблюдается разрушение крупных воздушных пузырей на более мелкие, течение переходит в пузырьковое с большей частотой пульсаций и меньшей амплитудой. Наблюдается более равномерное распределение воздушных пузырьков в молоке по всей длине шланга. В данном потоке уже нет четкого разделения воздушных и молочных пробок. Сохраняя некоторые свойства пробковой структуры, пузырьковая по своим свойствам приближена к гомогенной (однородной).

Начало пузырьковой структуры это начало автомоделного движения, существование которого доказано теоретически и экспериментально [58,68]. При пузырьковой структуре увеличиваются частота пульсации давления, поток становится турбулентным, но при этом сохраняет свойства макротурбулентного. Пузырьковая структура зависит от давления, массовой скорости и массового воздухосодержания.

При этом движение смеси молока и воздуха от коллектора до молокоприемника характеризуется переменным количеством составляющих смеси, обусловленных молокоотдачей животного, падением разряжения и чередованием тактов. За счет насыщения молока воздухом (аэрации молока) в коллекторе и молочном шланге наблюдается снижение плотности смеси и уменьшение падения разрежения. С аэрацией молока в потоке молока образуются дополнительные силы, оказывающие воздействие на поток смеси.

Транспортировка молока из коллектора по молочному шлангу до молокопровода или доильного ведра, связана с образованием молоковоздушной смеси, которая имеет как положительные стороны, так и отрицательные.

Учитывая вышесказанное можно сделать вывод, что пузырьковая или диспергированная структура движения смеси наиболее предпочтительна при извлечении молока. При насыщении в коллекторе молока воздухом резко снижается плотность за счет образования молоковоздушной смеси, что обеспечивает подъем смеси до молокопровода при меньших потерях разряжения и стабильности вакуума, с увеличенной скоростью. В свою очередь, повышенная скорость смеси может пагубно сказаться на качестве молока. Движение молоковоздушной смеси может достигнуть критической скорости потока, при которой будет происходить аэрация потока (вспенивание молока, насыщение воздуха каплями молока) [61,108]. По мнению ученых, занимающихся данными вопросами, поглощение воздухом частиц молока начинается при скорости потока превышающей 1 м/с. А чрезмерное насыщение смеси воздухом в коллекторе грозит высокой обсемененностью молока бактериями из-за контакта с воздухом или спаданием подвесной части доильного аппарата с вымени коровы. При

проектировании доильного аппарата следует учитывать эти факторы и использовать только положительные стороны насыщения молока воздухом.

От плотностной неравномерности возникает дополнительная сила, способствующая выводу молока из коллектора, что повышает пропускную способность доильного аппарата. Чтобы максимально задействовать эту силу, необходим верхний отвод молока из коллектора, это будет также снижать падение разряжений на перемещение молока в молокопровод.

Такое мнение разделяют разработчики доильных аппаратов фирмы DeLaval. По их данным верхняя эвакуация молока из коллектора справляется с потоками молока до 15 л/мин. Это очень важно в современных условиях молочного животноводства, когда удои от одной коровы достигают 8 и более тонн молока в год. Используемое в настоящее время оборудование зачастую не справляется с интенсивностью молокоотдачи. В результате чего наблюдаются такие явления как «мокрое» доение, спадание подвесной части доильного аппарата, нестабильность вакуума под сосками вымени коровы. Все это пагубно сказывается не только на качестве молока и здоровье вымени коров, но и значительно увеличивают время доения, а, соответственно и затраты труда. Неполное выдаивание ведет к снижению продуктивности коров, что также негативно сказывается на экономических показателях предприятия. Нестабильный вакуум под сосками вымени коровы также ведет к эффекту «схлопывания» сосковой резины, который, в свою очередь, ведет к напозанию подвесной части доильного аппарата, что негативно сказывается на кровообращении и состоянии вымени в целом.

Компания DeLaval одной из первых предложила использование доильных аппаратов с коллекторами с верхней эвакуацией молока. Линейка аппаратов МС-53, 73, 93 предназначена специально для выдаивания высокопродуктивных пород коров (рис. 1.12).



Слева направо: Mc53, Mc73, Mc 93

Рисунок 1.12 - Модельный ряд фирмы De-Laval

Использование коллектора с верхней эвакуацией молока обеспечивает производителям молока возможность работы с большими потоками молока при минимальных колебаниях уровня вакуума на концах сосков. Это важно для поддержания здоровья вымени и качества молока [120].

Вес данных доильных аппаратов варьируется в зависимости от модели от 2,1 до 2,4 кг, что может повлиять на наполнение доильного аппарата на вымя коровы. Объявленная производителем пропускная способность до 15 литров молока в минуту, а объем молокосборной камеры, как и вес, варьируется от 350 до 450 миллилитров. Недостатком конструкции данных аппаратов является наличие клапана в районе выходного молочного патрубка, от чего создается препятствие и снижается пропускная способность.

Аналогичная, но более простая и эффективная конструкция доильного аппарата с верхним отсосом молока из коллектора (Рисунок 1.13) была предложена Ульяновым В. М. и Чумиковым В. В. [88].

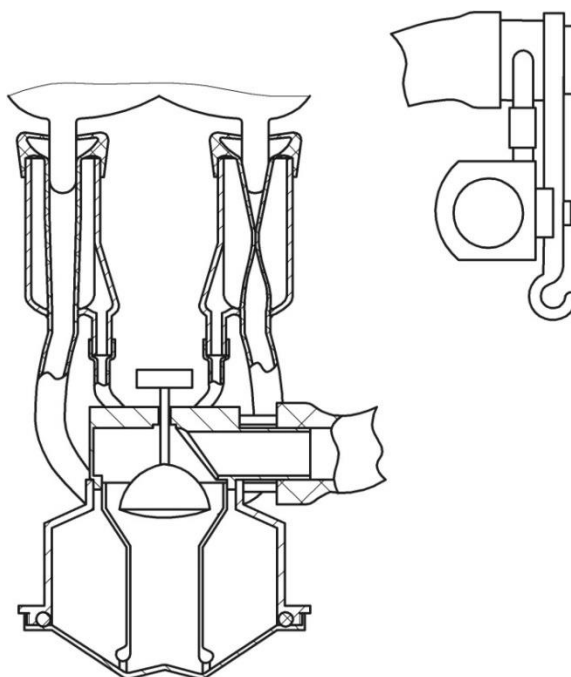
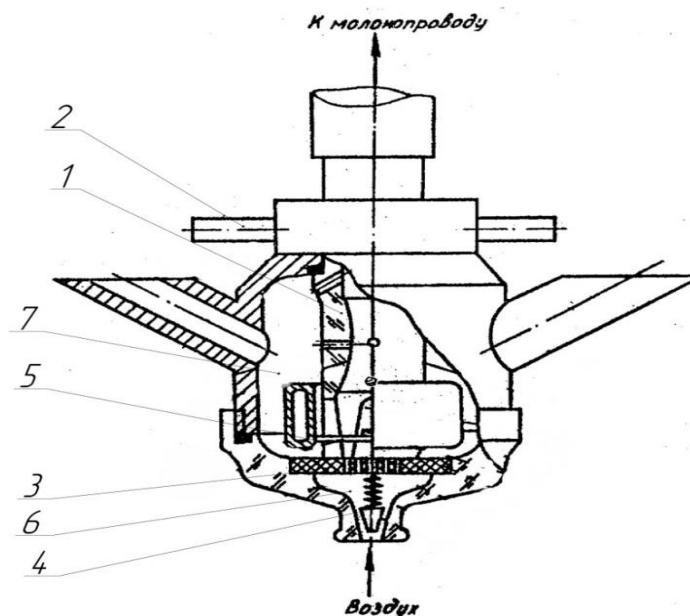


Рисунок 1.13 Схема коллектора предложенного Ульяновым В.М. и Чумиковым В.В.

Кузьминым А.Е. и Стерховым А.А. была предложена конструкция коллектора доильного аппарата [90] (рис. 1.14) с улучшенным режимом работы при транспортировке молока.

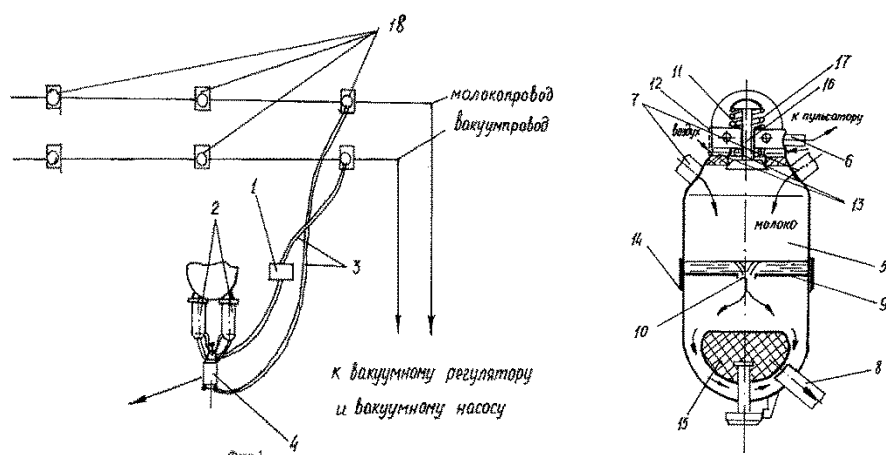


1 - молочный патрубок; 2 - распределитель вакуума; 3 - сеточка; 4 - подпружиненный воздушный клапан; 5 - поплавок; 6 - воздушная камера; 7 - молокосорная камера.

Рисунок 1.14 - Схема коллектора доильного аппарата

Особенностью данной конструкции является коллектор. Его выходной молочный патрубок расположен вертикально с радиальными отверстиями, нижний его конец выполнен у дна молокоборной камеры. В нижней части коллектора располагается воздушная камера, отделенной от молочной камеры сеточкой, через которую при доении поступает воздух. Сеточка необходима для разбиения шариков воздуха на более мелкие. Под сеточкой расположен подпружиненный воздушный клапан, соединенный с поплавком и регулирующий подачу воздуха в зависимости от молокоотдачи. По задумке авторов шарики воздуха, поднимаясь по молоковыводящей трубке коллектора, будут увлекать за собой молоко, тем самым увеличивая пропускную способность доильного аппарата, стабилизируя вакуумные режимы во время интенсивной молокоотдачи. Недостатками данного коллектора является отсутствие в конструкции отключающего работу доильного аппарата клапана, сложность конструкции, наличие сеточки и отверстий в молоковыводящей трубке, что чревато ее забиванием хлопьями молочного жира, усложнение промывки.

Оригинальную конструкцию имеет коллектор доильного аппарата для высокопродуктивных коров предложенный Марьяхиным Ф.Г., Учеваткиным А.И., Коршуновым Б.П. (рис. 1.15). Конструкция коллектора отличительна тем, что молокоборная камера коллектора доильного аппарата разделена перегородкой с калиброванным отверстием, а в верхней части молокоборной камеры установлен регулятор вакуума, соединенный через воздушный фильтр отверстиями с атмосферой, а в нижней части молокоборной камеры в ее стенке имеется жиклерное отверстие [87].



1 – пульсатор; 2 – доильные стаканы; 3 – шланги; 4 – коллектор; 5 – молокоборная камера; 6 – межстенное пространство; 7 – подсосковое пространство; 8 – молокопровод; 9 – перегородка; 10 – калиброванное отверстие; 11 – регулятор вакуума; 12 – воздушный фильтр; 13 – отверстие; 14 – жиклерное отверстие; 15 – перекрывающий клапан; 16 – выполнение регулятора вакуума; 17 – упругий элемент (пружина); 18 – кран.

Рисунок 1.15 Схема доильного аппарата для доения высокоудойных коров.

Принцип работы заключается в разделении коллектора на два отсека: верхний и нижний, в которые подается разное разрежение. Так, вакуум регулятор подает в верхнюю часть коллектора и, соответственно, в подсосковую камеру доильных стаканов «щадящее» разрежение 39,9...47,2 кПа, что без риска для здоровья молочной железы коровы позволяет извлекать молоко из вымени, а в нижней камере поддерживается разрежение 50 кПа и выше, что позволяет быстро эвакуировать молоко в молокопровод или доильное ведро. К недостаткам этого доильного аппарата можно отнести сложность конструкции, а, следовательно и сложность обслуживания. В калиброванном отверстии между камерами коллектора может наблюдаться молочная пробка. Из за небольших размеров верхней камеры коллектора она может переполниться молоком, либо в нее проникнет высокий вакуум. Похожие конструкции коллектора с двумя камерами, разделенными мембраной, предлагали и другие ученые [81,82], но всем им присущи недостатки – сложность конструкции и тонкость настроек, большое количество деталей.

Многие зарубежные фирм для решения проблем со стабильностью вакуума и пропускной способностью предлагают увеличить сечение шлангов, по которым проходит молоко. Так фирма SAC использует в своих доильных аппаратах молочные трубки диаметром 16...20 мм, Westfalia и DeLaval – 16...18 мм, Surge - 16 мм. Также увеличить объемы молокоборных камер коллекторов. Это положительно влияет на интенсивность доения, однако увеличенный объем молочной камеры коллектора ведет к повышенной нагрузке на вымя коровы.

1.4 Анализ теоретических исследований по обоснованию процесса молоковыведения и параметров доильных аппаратов

Многие ученые, такие как Аверкаев А. А., Админ Е.Н., Андрианов Е.А., Бунин И.А., Вальдман Э.А., Васин Б.И., Городецкая Т.К., Каранаев Ю.С., Карташов А.П., Келпис Э.А., Кокорина Э.П., Королев В.Ф., Краснов И.Н., Кузьмин А.Е., Курочкин А.А., Мельников С.В., Огородников П.И., Петухов Н.А., Проничев Н.П., Соловьев С.А., Скоркина С.А., Ужик В.Ф., Ужик О.В., Ульянов В.М., Утолин В.В., Хрипин В.А., Цой Ю.А., Чехунов О.А., Шахов В.А., Щукин С.И. и другие [4,5,29,39,40,41,42,43,52,62,82,91,97,98,104,112,113,114,116,117] проводили исследования в области машинного доения. Но несмотря на все эти исследования проблема совершенствования доильных аппаратов и их взаимодействия с организмом животных остается открытой.

Выведение молока из вымени коровы нельзя описать как полностью физический процесс, так как в нем присутствует биологическое звено – животное, которое подчиняется не только физическим, но и биологическим законам.

Ю.С. Каранаев [39] предлагает описывать процесс молоковыведения выражением, которое устанавливает связь факторов, влияющих на интенсивность молоковыведения при доении доильным аппаратом:

$$Q_c = \frac{60}{n} \cdot \alpha_x \cdot \varphi_x \cdot \gamma \cdot S_{CP} \cdot \mu_x \cdot 44,3 \sqrt{H_B - H_{ДП} - H_{Общ}}, \quad (1.2)$$

где Q_c – количество молока, выведенного за один рабочий такт доильного стакана при наличии рефлекса молокоотдачи, кг;

n – число пульсаций доильного аппарата за одну минуту;

α_x – коэффициент использования такта сосания;

γ – плотность молока, кг/м³;

φ_x – коэффициент, учитывающий относительную продолжительность такта сосания;

S_{CP} – средняя площадь сечения выводного канала сфинктера соска, м²;

μ_x – коэффициент расхода потока молока;

H_B – активный напор молока под сфинктером соска, м;

$H_{ДП}$ – напор, создаваемый вакуумом в подсосковом пространстве доильного стакана, м;

$H_{Общ}$ – потери напора, м.

Выражение (1.2) не охватывает весь процесс молоковыведения при доении, а охватывает лишь удаление молока из вымени при такте сосания и имеет большое количество коэффициентов, что затрудняет применение

Давать оценку работе доильного аппарата Н.П. Проничев [93] предлагает по выводу молока из вымени животного, используя при этом критерий импульса силы, значение величины импульса силы он предлагает определять по формуле:

$$I_{ц} = \sum_0^{ng} I_c = \left[\frac{\pi \cdot d_{CP.ц.}^2}{4} \cdot \int_t^{t+t_{ц}} P_{ц}(t) dt + \frac{\pi \cdot d_{CP.ц.}^2}{4} \cdot \int_t^{t+t_{ц}} P_p(t) dt \right] \cdot ng, \quad (1.3)$$

где $d_{CP.ц.}$ – средний диаметр цистерны соска, м;

$t_{ц}$ – время действия молоковыводящей силы, с;

t_c – продолжительность такта сосания в рабочем цикле доильного стакана, с;

$P_{ц}$ – внутривакуальное давление молока, кПа;

d_p – внутренний диаметр сосковой резины, м;

P_p – давление в подсосковой камере доильного стакана, кПа;

$n_{ц}$ – число рабочих циклов доильного аппарата за период доения.

Работа доильного аппарата считается тем эффективней, чем меньше значение импульса силы. При этом, чтобы произвести расчет по формуле 1.3 нужно получить экспериментальные данные по изменению цистерного и вакуумметрического давления в процессе доения, что вызывает затруднения и сложность.

С.А. Соловьев и Л.П. Карташов [100] представляют выводимый объем молока как функцию от уровня жидкости в молочной цистерне, поскольку истечение молока из выводного канала осуществляется по ламинарному режиму

$$V_{\text{выб}}(H') = \pi H(2R - H) \sqrt{\frac{2(\rho g H + (p_{\text{вс}} - p_{\text{вн}}))}{\rho(\pi^2 H^2 (2R - H)^2 - \pi^2 d_{\text{с}}^4 / 16)}} \cdot \frac{\pi d_{\text{с}}^2}{4}, \quad (1.4)$$

где $V_{\text{выб}}(H')$ – объем молока, выводимый из молочной цистерны в единицу времени, м³/с;

H' – уровень жидкости в молочной цистерне, м;

R – радиус полусферы, принятой за геометрическую модель доли вымени, м;

ρ – плотность молока, кг/м³;

$p_{\text{вн}}, p_{\text{вс}}$ – соответственно вакуумметрическое давление около канала соска, внутривыменное давление, Па;

$d_{\text{с}}$ – диаметр молочного канала соска, м.

В данную (1.4) зависимость входит большое количество экспериментальных данных, которые зависят от многих факторов, расчет по ней затруднителен.

Ю.С. Каранаев предложил теоретическую зависимость для определения скорости молоковыведения за такт сосания:

$$v = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \left(H + \frac{P_{\text{вн}}}{P_{\text{раз}}} - H_1 - H_2 - H_3 \right)} \quad (1.5)$$

где φ - скоростной коэффициент;

g – ускорение свободного падения;

$P_{вн}$ – внутревывременное давление;

$P_{раз}$ – разряжение в подсосковом пространстве;

H – статическое давление в вымени;

H_1, H_2, H_3 – средние потери напора на раскрытие сфинктера соска, на преодоление гидросопротивления в канале сфинктера соска, вязкость молока.

Кузьмин А. Е. предлагает формулу для подачи молока:

$$Q = \mu \cdot f \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \cdot z \cdot n \quad (1.6)$$

где μ – коэффициент истечения молока из отверстия соскового канала;

f – площадь сечения канала;

H – среднее значение суммарного напора;

g - ускорение свободного падения;

z - число сосков участвующих в доении;

n - частота пульсаций.

Кузьмин А.Е., Стерхов А.А. предложили формулу для определения коэффициента расходного воздухосодержания, который впоследствии можно использовать для определения границ структур течения молоковоздушной смеси по шлангам при доении:

$$\beta = \frac{Q_{в}}{Q_{см}} \quad (1.7)$$

где β – коэффициент расходного воздухосодержания.

$Q_{в}$ – подача воздуха, л/мин;

$Q_{см}$ – подача смеси, л/мин

Формулы для определения границ структур течения молоковоздушной смеси:

Так граница между пузырьковым и пробковым режимом:

$$\beta = 0,05 F_{рсм}^{0,2} \quad (1.8)$$

Между пробковым и кольцевым:

$$\beta = (0,12 \dots 0,5) F_{рсм}^{0,15 \dots 0,1} \quad (1.9)$$

Между кольцевым и эмульсионным:

$$\beta = (0,65 \dots 0,85) F_{r_{cm}}^{0,05 \dots 0,02} \quad (1.10)$$

Различное сочетание подач воздуха и молока во время доения приводит к образованию различных структур движения молоковоздушной смеси [23,27,35].

На рисунке 1.16 приведена графическая зависимость коэффициента расходного воздухосодержания β от объемной подачи молока Q .

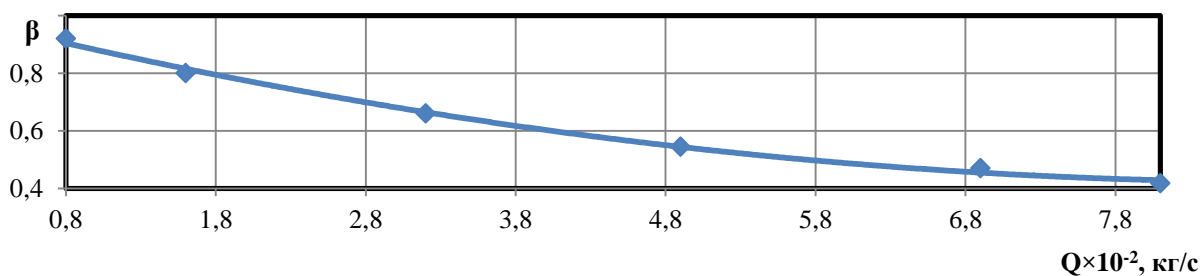


Рисунок 1.16 - Графическая зависимость зависимости коэффициента расходного воздухосодержания β от молокоотдачи Q

Стерхов А.В. рекомендует использовать данную графическую зависимость для определения коэффициента β без использования формул. Оптимальное же значение β лежит в пределах от 0,45 до 0,55 [101]. Однако на практике целесообразно использовать не коэффициент воздухосодержания, а коэффициент абсолютного воздушного фактора.

Из представленных выше исследований видно, что для расчета по предложенным математическим выражениям необходимо предварительно получить экспериментальные данные для получения некоторых величин. Несмотря на многочисленные исследования интенсивности молокоотдачи, молоковыведения и пропускной способности доильных аппаратов при доении, стабилизации вакуума, данный вопрос требует дальнейшего рассмотрения.

1.5 Цель работы и задачи исследования

В настоящее время в молочном животноводстве нашей страны используют для доения двухтактные доильные аппараты синхронного действия отечественного производства (серии АДУ, АДС-1, ДА-2М), попарного доения

(«Нурлат», «Дояр»), трехтактные типа «Волга». Также широкое распространение нашли доильные аппараты производителей и стран Европы и СНГ. Это такие доильные аппараты как DeLaval (Швеция), SAC (Дания), Westfalia Surge (Германия,) System Happel (Германия) и другие.

С постоянным ростом продуктивности коров доение отечественными аппаратами становится неэффективным, так как отечественные аппараты, не смотря на свою надежность и проверку временем, в настоящих условиях зачастую не справляются со своими задачами. Так, при интенсивной молокоотдачи у коров может возникать переполнение молочной камеры коллектора, обратный отток молока, спадание подвесной части с вымени, дестабилизация вакуума в подсосковой камере доильных стаканов, наплывание доильных стаканов. Все это негативно влияет на здоровье вымени коровы и качество получаемого молока. Помимо этого при использовании доильных аппаратов с низкой пропускной способностью на высокоудойных коровах наблюдается неполное выдаивание животного, что приводит к снижению продуктивности коров.

В данный момент есть несколько выходов из сложившейся ситуации: трехкратное доение, которое приводит к дополнительным трудозатратам, энергозатратам и экономически не выгодно, либо переход на дорогостоящее зарубежное оборудование, сложное в обслуживании и с низкой ремонтпригодностью из-за отсутствия запчастей, что требует специализированного обслуживания. Также политика импортозамещения и рост курса валют усложняет и удорожает использование зарубежного доильного оборудования.

Поэтому актуальна задача создания такого доильного аппарата, который обеспечивал бы высокую скорость выдаивания при стабильном вакууме под сосками вымени коровы и не наносил вреда здоровью животного. Доильный аппарат должен соответствовать не только современным техническим и технологическим требованиям, но и физиологическим особенностям животного.

В связи с вышесказанным, **целью диссертационной работы является обоснование конструкции и параметров доильного аппарата с верхним**

отводом молока из коллектора, обеспечивающего повышение пропускной способности и стабилизацию вакуума под сосками вымени коровы.

Чтобы выполнить указанную цель ставятся следующие задачи исследования:

- провести анализ существующих конструкций доильных аппаратов, выявить направление их совершенствования, обеспечивающее увеличение пропускной способности и разработать конструктивно-технологическую схему доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора;

- теоретически обосновать параметры доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора;

- экспериментально обосновать и выявить рациональные параметры работы доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора;

- произвести проверку разработанного доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора в условиях производства, определить экономический эффект от его применения, выполнить заключение.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ВЕРХНИМ ОТВОДОМ МОЛОКА ИЗ КОЛЛЕКТОРА

2.1 Теоретические предпосылки создания доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора

На основании анализа, представленного в первой главе, можно сделать вывод, что большинство современных производителей доильного оборудования для повышения пропускной способности доильных аппаратов и стабилизации вакуумных режимов при доении идут по пути увеличения объема молокосборной камеры коллектора. Такой подход с точки зрения физиологии животных не оправдан, так как ведет к повышению нагрузки на вымя коровы.

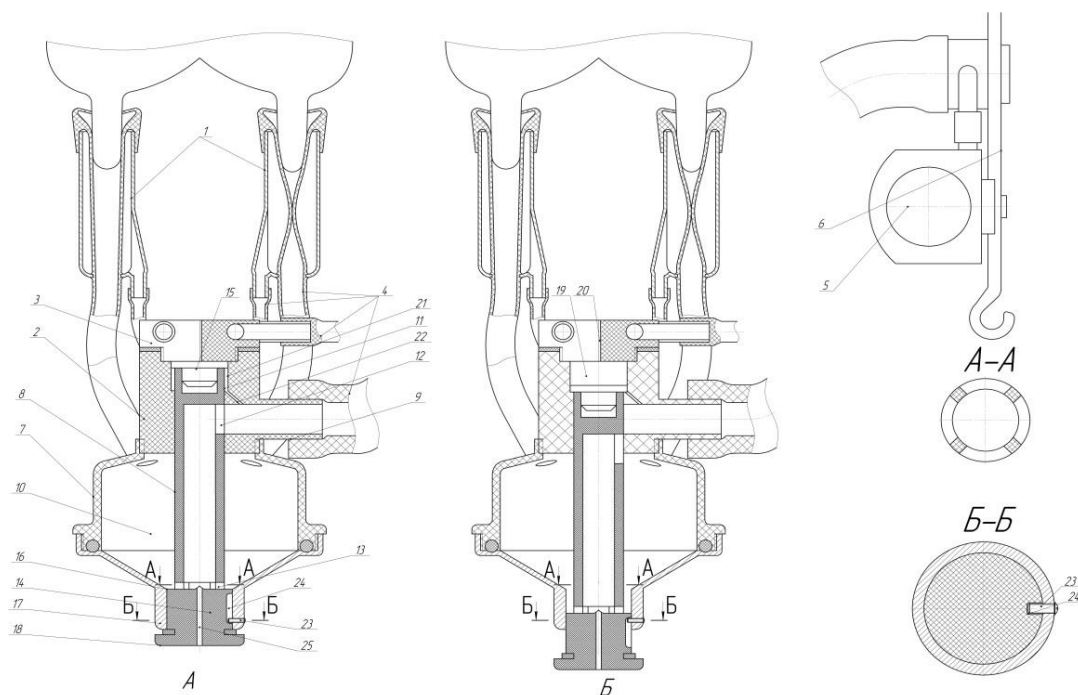
Наиболее перспективным, по нашему мнению, является изменение направления отвода молока из коллектора на верхний, что значительно увеличит пропускную способность доильного аппарата и стабилизирует вакуум под сосками вымени коров при доении за счет возникновения дополнительных подъемных сил, не увеличивая при этом размеров подвесной части доильных аппаратов.

2.2 Конструктивно-технологическая схема доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора

На основании данных описанных выше, целесообразна разработка доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора, что обеспечит высокую пропускную (отсасывающую) способность его при доении.

Нами предлагается конструкция доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора, который обеспечивает быстрое и стабильное молоковыведение при стабильном вакуумном режиме и, следовательно, решает

все представленные выше негативные качества доильных аппаратов (Приложение А) Патент № 2565276 [86].



(позиции указаны в тексте)

Рисунок 2.1- Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора

Разрабатываемый доильный аппарат состоит из: доильных стаканов 1, коллектора 2, распределителя 3, молочных и вакуумных шлангов 4, пульсатора 5 и ручки переходника 6. Коллектор содержит корпус 7, центральную отсасывающую трубку 8, выходной молочный патрубок 9, молокосорную камеру 10. Центральная отсасывающая трубка совмещена в верхней части с клапаном 11, ниже которого расположено выходное отверстие 12. На молокоотводящей трубке 8 в районе входных отверстий 13 размещен выступ 14, в зоне расположения выходного молочного патрубка расположена шайба – клапан 15. В днище молокосорной камеры 10 коллектора 2, выполнено центральное отверстие 16, снабженное цилиндрическим патрубком 17, который снабжен упором 18. В верхней части коллектора над шайбой располагается камера 19, которая каналом 20 соединена с атмосферой, а под шайбой при работе образуется камера 21, посредством канала 22 соединенная с полостью выходного молочного патрубка 9. В нижней части коллектора в цилиндрическом патрубке 17 выполнено отверстие с фиксатором 23, а в выступе 14 выполнен направляющий

паз 24, в который входит фиксатор 23. В нижней части коллектора располагается отверстие для впуска воздуха в коллектор 25.

Доильный аппарат работает следующим образом. После его подключения к молочно-вакуумному крану доильной установки посредством ручки переходника 6 и подключения молокосборной камеры 10 коллектора 2 к молокопроводу при помощи цилиндрического выступа 14 (нажимая на него до упора вверх) обеспечивается совмещение выходного отверстия 12 отсасывающей трубки 8 и отверстия выходного молочного патрубка 9. В таком положении отсасывающая трубка 8 находится до завершения процесса доения. Вызвано это тем что внутри коллектора 2 разрежение, а снаружи на цилиндрический выступ 14 действует атмосферное давление. Причем сила от перепада давления на выступ 14 выше, чем на опорный клапан 15. Оператор надевает доильные стаканы 1 на соски вымени коровы и начинается процесс доения. При работе пульсатор 5 попарного действия подает в камеры распределителя вакуум и атмосферное давление. Вакуум из распределителя подается в межстенную камеру доильных стаканов, в этой доле вымени наступает такт сосания, а в другой, соответственно, в межстенную камеру из распределителя поступает атмосферное давление - такт сжатия. Молоко от доильных стаканов 1 поступает в молокосборную камеру 10 коллектора 2 и далее через отсасывающую трубку 8, радиальное выходное отверстие 12 и патрубок 9 поступает в молочный шланг 5 и далее в молокопровод. Чтобы отключить коллектор 2 от вакуума, необходимо потянуть вниз за цилиндрический выступ 14, перевести его в крайнее нижнее положение, что обеспечит опускание центральной отсасывающей трубки 8. Соответственно клапан 11 перекроет отверстие молочного патрубка 9, а отверстие в молочной трубки 12 закроет корпус коллектора 7. При спадании подвесной части с вымени коровы происходит резкое наполнение молокосборной камеры 10 воздухом. На цилиндрический выступ 14 будет действовать атмосферное давление как внутри коллектора 2, так и снаружи, при этом в камере 21, благодаря каналу 22 сохранится разрежение, а сверху на шайбу – клапан будет действовать воздух через канал 20. Из-за перепада давлений отсасывающая трубка 8 опустится вниз,

доение прекратится. Фиксатор 23 и направляющий паз 24 необходимы для того, чтобы предотвратить вращение отсасывающей трубки 8 вокруг вертикальной оси. Отверстие 25 необходимо для впуска воздуха в коллектор и смесеобразования [71,74,75,76,105].

Отличительной особенностью предлагаемого доильного аппарата является то, что центральная отсасывающая трубка расположенная вертикально по оси коллектора, совмещена в верхней части с перекрывающим клапаном, а выходной молочный патрубок выполнен сверху коллектора. Подробное описание конструкции приведено выше.

Данная конструкция доильного аппарата обеспечивает стабильный вакуумный режим во время доения, увеличивает пропускную способность за счет возникновения дополнительных сил от плотностной неравномерности, исключает обратный отток молока и вытекающие из него негативные последствия. Верхний отвод молока позволяет молоку проходить через отсасывающую трубку, не наталкиваясь на препятствие в виде клапана и не теряя скорости, что увеличивает пропускную способность доильного аппарата.

2.3 Выведение молока из соска вымени коровы доильным аппаратом вакуумного действия

Процесс доения, а, в частности, процесс выведения молока из соска вымени коровы доильным аппаратом подчиняется законам гидравлики, общим правилам течения жидкости. Действие доильного аппарата на соски вымени животного можно свести к таким физическим величинам, как вакуум в подсосковой камере доильного стакана, давление выводного канала сока, давление молока в цистерне железы вымени животного. Многие ученые занимались вопросом выведения молока из вымени коровы [39,93,58 и др.] на наш взгляд наиболее точно описывает данный процесс уравнение Бернулли для неустановившегося движения жидкости [104].

С наступлением такта сосания, когда канал соска вымени открывается, скорость струи молока имеет минимальное значение скорости, а давление жидкости на стенки соска вымени животного в свою очередь достигает максимального значения. Со временем скорость течения струи увеличивается, а давление, соответственно, уменьшается. Происходит это потому, что потенциальная энергия струи переходит в кинетическую. Скорость струи молока увеличивается, а давление уменьшается до тех пор, пока давление струи не уравновесится давлением, препятствующим давлению открытия канала соска. Из-за смены тактов в пульсаторе, такт сосания сменяется тактом сжатия, при нем вытекание молока из сосков вымени коровы прекращается. В данном случае рассматривается неустановившееся движение молока.

Будем считать, что выведение молока из соска вымени животного сродни процессу выведения жидкости из отверстий и насадок, и применим уравнение Бернулли для неустановившегося движения жидкости. Схема представлена на рисунке 2.2.

Сечение 1-1 проходит по началу полости соска, сечение 2-2 проходит по началу выходного канала соска вымени животного, а сечение 3-3 по обрезу конца соска. Для выбранных сечений имеем:

$$\frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho_m g} + H_0 = \frac{v^2}{2g} + \frac{p_3}{\rho_m g} + \int_h \frac{\partial v}{\partial t} dh + h_\xi, \quad (2.1)$$

где v_1, v – средние скорости молока в сечениях 1-1 и 3-3, м/с; p_1, p_3 – давление молока в сечениях 1-1 и 3-3, Н/м²; H_0 – высота молочного столба между сечениями, м; ρ_m – плотность молока кг/м³; $\frac{\partial v}{\partial t}$ – частная производная изменения скорости молока, м/с²; dh – изменение высоты перемещаемого молока, м; h_ξ – потери напора при движении молока по соску

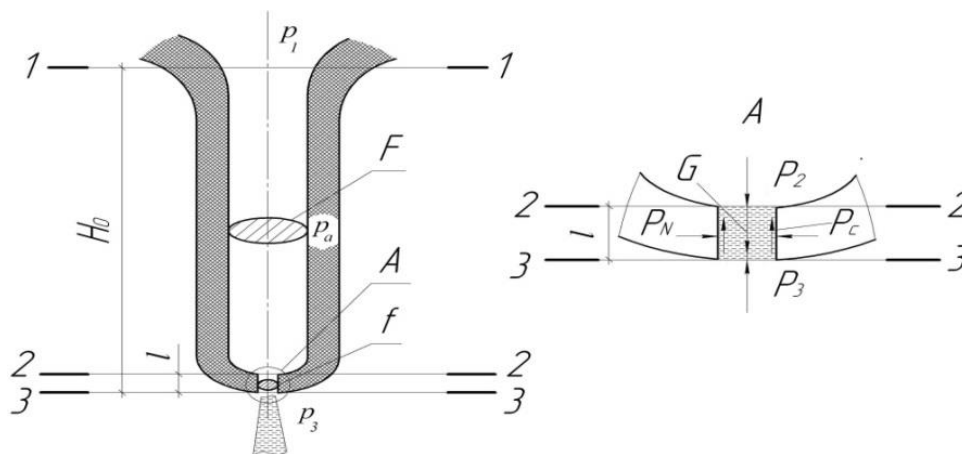


Рисунок 2.2 Схема для расчета начальной скорости потока молока.

Определим потери напора:

$$h_{\xi} = \xi \frac{v^2}{2g} \quad (2.2)$$

где ξ – коэффициент местного сопротивления.

Принимаем, что соски вымени коровы имеют идеальную цилиндрическую форму с сечением F , а заканчиваются молоковыводящим каналом с сечением f . Скорость молока на выходе из молоковыводящего канала - v , а средняя скорость по длине соска - v_1 . Молоко в соске движется со средним ускорением a_c . В таком случае интеграл, входящий в выражение 2.1 представим в виде:

$$\int_h \frac{\partial v}{\partial t} dh = a_c \int_h dh = a_c H_0 \quad (2.3)$$

Пользуясь тем, что поток неразрывный, для объемной пропускной способности Q запишем: $Q = v_1 F = v \cdot f$ и в дифференциальной форме:

$$\frac{dv_1}{dt} = \frac{f}{F} \frac{dv}{dt} \quad (2.4)$$

С использованием формулы (2.4) среднее ускорение потока молока примет вид:

$$a_c = \frac{1}{2} \left(\frac{dv_1}{dt} + \frac{dv}{dt} \right) = \left(\frac{f+F}{2F} \right) \frac{dv}{dt} \quad (2.5)$$

Уравнения (2.1) с учетом выражений (2.2), (2.3) и (2.4) приводится к виду:

$$\frac{dv}{dt} = a - bv^2 \quad (2.6)$$

$$\text{где } a = \left(\frac{p_1 - p + \rho_m g H_0}{(f+F)\rho_m H_0} \right) 2F \quad \text{и} \quad b = \left(\frac{(1+\xi)F^2 - f^2}{(f+F)FH_0} \right).$$

Интегрируя выражение (2.6), получаем:

$$t + C = -\frac{1}{2\sqrt{ab}} \ln \frac{\sqrt{a} - \sqrt{bv}}{\sqrt{a} + \sqrt{bv}} \quad (2.7)$$

При $t_0 = 0$, момент открытия сфинктера соска, скорость истечения равна нулю, постоянная интегрирования $C = 0$, тогда зависимость (2.7) примет вид:

$$v = \sqrt{\frac{a}{b}} \cdot \frac{1 - \exp(-2\sqrt{ab} \cdot t)}{1 + \exp(-2\sqrt{ab} \cdot t)} \quad (2.8)$$

В теории если время стремится к бесконечности ($t \rightarrow \infty$), то движение молока приближается к установившемуся со скоростью v_0 . При замене постоянных a и b их значениями получим:

$$v = v_0 = \sqrt{\frac{2F^2(p_1 - p_3 + \rho_m g H_0)}{\rho_m((1+\xi)F^2 - f^2)}} \quad (2.9)$$

Переходной режим длится в пределах определенного времени. Предположим, что переходной режим течения молока в соске длится

определенное время, в течении которого скорость меняется от 0 до $99v_0$. Продолжительность неустановившегося режима течения молока с допущением из выражения (2.8) при такте сосания составит:

$$t_0 \approx \frac{\sqrt{\rho_m} H_0 (f + F) \ln 199}{2\sqrt{2(p_1 - p_3 + \rho_m g H_0)((1 + \xi)F^2 - f^2)}} \quad (2.10)$$

Принимая значения величин: $p_1 = 108 \text{ кПа}$, $p_3 = 51 \text{ кПа}$, $\xi \approx 0,06$, $H_0 = 70 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $\rho_m = 1026 \text{ кг/м}^3$, $F = 1,7 \cdot 10^{-4}$, $f = 7,1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ определим t_0 . Подставив данные в выражение (2.10), получим продолжительность режима неустановившегося движения молока $t_0 \approx 0,01 \text{ с}$.

В доильном аппарате продолжительность цикла составит 1 с, из этого времени такт сосания $t_c = 0,6 \dots 0,7 \text{ с}$, время неустановившегося движения потока молока в такте сосания составляет 1,5 % от t_c . Установившееся движение молока наступает с преодолением сопротивления сфинктера и молоковыводящего канала. Для определения скорости истечения молока можно использовать формулу (2.9), но она не учитывает действие сфинктера молоковыводящего канала соска.

Выделим объем потока между сечениями 2–2 и 3–3 для определения сопротивления струи молока при прохождении через молоковыводящий канал и рассмотрим силы действующие на этот объем молока (рис 2.2 выносной элемент). Если площади сечений 2-2 и 3-3 равны, силы P_2 , P_3 от давления $p_2 p_3$ примут вид $P_2 = p_2 f$ и $P_3 = p_3 f$. Силу давления P_N представим как давление сфинктера, сжимающее струю молока. Сила тяжести примет вид $G = \rho_m \cdot g \cdot f \cdot l$, где l расстояние между сечениями 2 и 3, равное длине молоковыводящего канала в метрах. При этом сила сопротивления движению P_c будет равна силе трения боковой поверхности. Тогда P_c примет вид: $P_c = p_\tau A_n l$, где p_τ – касательные напряжения трения, Н/м^2 ; A_n – периметр поверхности объема, м.

Если, все частицы молока будут двигаться со средней скоростью, то уравнение динамического равновесия на ось движения примет вид:

$$p_2 f - p_3 f + \rho_m g l f - p_\tau A_n l = 0, \quad (2.11)$$

откуда

$$p_\tau = \frac{(p_2 - p_3 + \rho_m g l) f}{A_n l} \quad (2.12)$$

Видоизменим формулу (2.12) с учетом технологического процесса доения. Напряжение p_τ приводит к потере напора струи молока проходящей через молоковыводящий канал соска. Из этого следует, что p_τ напрямую связан с тонусом сфинктера соска. Известно, что тонус соска p_m оценивают величиной вакуума, которой нужно воздействовать на сосок до появления непрерывной струи молока. И если в формуле (2.12) принять значение минимального давления p_e , равное давлению, необходимому для полного открытия канала соска, то есть, $p_m = p_e$, то мы найдем напряжение p_τ , действующее при этом. Далее наблюдается стабилизация сопротивления сформировавшейся струи. Тонус сфинктера - величина непостоянная, и в процессе доения меняется. Вместе с ней меняется и сопротивление течению струи молока. Существенное влияние на струю оказывает величина вакуума под соском. Так, при вакууме выше 60 кПа происходит деформация тканей соска, увеличивается сопротивление молоковыводящего канала. Поэтому в формулу 2.12 нужно ввести поправочный коэффициент α , учитывающий изменение вакуума под соском от минимальной величины p_m , представим в виде $\alpha = \frac{p_e}{p_m}$. Если учесть, что давление в начале соска приблизительно равно атмосферному p_a , то $p_2 \approx p_a$, а давление $p_3 = p_a - p_e$. Тогда формула (2.12) примет вид:

$$p_\tau = \frac{p_e (p_m + \rho_m g l) f}{p_m A_n l} \quad (2.13)$$

где p_m - тонус соска, кПа

Если разделить обе части выражения на ρg , то получим потери напора

струи молока при прохождении через молоковыводящий канал соска:

$$h_{\xi} = \frac{P_{\tau}}{\rho g} = \frac{p_{\epsilon}(p_m + \rho_m g l)f}{p_m A_n l \rho g} \quad (2.14)$$

Решая выражения (2.13) и (2.14) с учетом допущений, принятых ранее относительно коэффициента ξ , получим:

$$\xi = \frac{2p_{\epsilon}(p_m + \rho_m g l)f}{p_m A_n l \rho v^2} \quad (2.15)$$

Подставив ξ из формулы (2.15) в выражение (2.9), учитывая, что $p_1 = p_a + p_m$, где p_m – цистернальное давление молока и $p_3 = p_a - p_{\epsilon}$, после преобразования получаем:

$$v = \sqrt{\frac{2F^2}{\rho(F^2 - f^2)} \left((p_m + p_{\epsilon} + \rho_m g H_0) - \frac{p_{\epsilon} f (p_m + \rho_m g l)}{p_m A_n l} \right)} \quad (2.16)$$

Из формулы (2.16) следует, что скорость молоковыведения зависит от следующих факторов: давления в цистерне молочной железы, вакуума в подсосковой камере доильного стакана, тонуса сфинктера соска, а также от геометрических размеров соска вымени коровы.

Общая подача молока в коллектор от доильных стаканов в единицу времени будет равна:

$$Q_M = 4 \cdot v \cdot f = 4 \cdot f \cdot \sqrt{\frac{2(Ff)^2}{\rho(F^2 - f^2)} \left((p_m + p_{\epsilon} + \rho_m g H_0) - \frac{p_{\epsilon} f (p_m + \rho_m g l)}{p_m A_n l} \right)} \quad (2.17)$$

где Q_M – объемная подача молока от сосков вымени, $м^3/с$;

f – площадь сечения выходного канала соска, $м^2$.

На рисунке 2.3 представлены зависимости изменения скорости молока на выходе из соска вымени от величины вакуума.

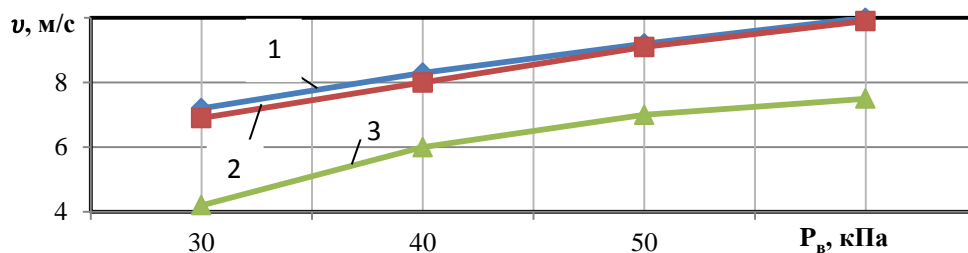


Рисунок 2.3 – Зависимости скорости течения струи молока от величины вакуума: 1 – теоретическая; 2 – экспериментальная; 3 – фактическая.

Зависимость 1 построена на основе формулы (2.16). Кривая 2 построена по опытными данным доильного аппарата АДУ-1М на установке «искусственное вымя». Кривая 3 – на основе реальных доек коров с молокоотдачей 8,5 кг (замер напора струи молока измерялся специальным датчиком, установленным в доильном стакане).

Зависимости 2 и 1 почти идентичны, что говорит о хорошей сходимости результатов, однако реальная скорость струи молока значительно ниже теоретических – кривая 3.

Очевидно, чем ближе будет кривая 3 к зависимости 1, тем доильный аппарат лучше физиологически адаптирован к организму животного, и тем более быстрое и полное выдаивание он будет осуществлять.

Аналитические зависимости (2.16) и (2.17) характеризуют процесс молоковыведения из вымени коровы при доении вакуумным доильным аппаратом.

2.4 Определение диаметра отверстия для впуска воздуха в коллектор

Коллектор – основное звено в цепи гидравлического контура, где происходит формирование молочно-воздушной смеси. Согласно данным [102], максимальное количество воздуха, поступающего в коллектор, должно составить 14 л/мин, причем ввод воздуха должен осуществляться через специальное отверстие, чтобы исключить пульсацию движения молока. Воздух, проходящий

через слой жидкости, может создавать неоднородную газожидкостную систему с барботажным и струйным режимами [2,47,115].

Таким образом, подача воздуха в коллектор при доении вакуумным доильным аппаратом очень важна. Известно, что она определяет качество молока, характер доения, структуру потока молоковоздушной смеси, а также влияет на стабильность вакуумного режима под сосками вымени коровы [6].

В своих исследованиях Стерхов А.А. считает, что самый неблагоприятный режим работы доильного аппарата наблюдается без впуска воздуха в коллектор. При впуске воздуха от 2 до 6 л/мин стабильность работы повышается, однако наблюдаются колебательные движения жидкости в молочном шланге, что неблагоприятно сказывается на качестве молока. При подаче воздуха в коллектор свыше 8 л/мин появляется риск спадания подвесной части с вымени коровы, и повышается обсемененность молока бактериями. Поэтому оптимальным рекомендуется считать расход воздуха коллектора от 6 до 8 л/мин. Причем чем выше молокоотдача у коровы, тем выше потребление воздуха [101].

В свою очередь, подача Q_e воздуха в коллектор будет находиться в прямой зависимости от диаметра отверстия для подачи воздуха в коллектор. Поэтому расчеты будут сводиться к нахождению диаметра отверстия d_0 .

По данным У.Г. Уитлстоуна [103] эффективным является отверстие для впуска воздуха в коллектор диаметром 0,8 мм.

Для нахождения диаметра отверстия d_0 воспользуемся схемой (рис. 2.4).

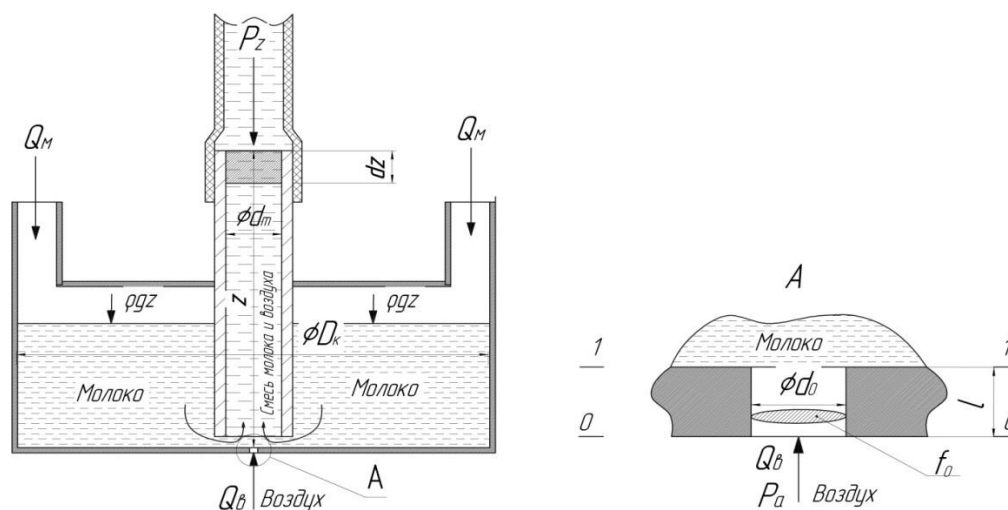


Рисунок 2.4 – Схема к расчету диаметра отверстия для впуска воздуха в коллектор

Рассмотрим движение потока воздуха через отверстие в дне коллектора. Принимаем, что в коллекторе установившееся движение молока. Воздух поступает в коллектор и совместно с молоком отводится через отсасывающую трубку, высотой поднятия отсасывающей трубки от дна коллектора для простоты рассмотрения пренебрегаем. Давление над отверстием, через которое происходит выпуск воздуха в коллектор будет:

$$p_m = p + \rho_{см} g z \quad (2.18)$$

где p – абсолютное давление среды в коллекторе, кПа;

z – высота столба смеси (воздуха и молока) над отверстием, м;

$\rho_{см}$ – плотность смеси воздуха и молока, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с².

Изолируем массу воздуха между сечениями (0-0) и (1-1). В сечении (0-0) действует сила от атмосферного давления p_a , направленная внутрь изолированной массы воздуха ($P_1 = p_a \cdot f_0$), в сечении (1-1) действует сила от давления p_T , равная ($P_2 = p_T \cdot f_0$), в центре сечения на изолированную массу воздуха действует сила тяжести:

$$F_g = f_0 \cdot l \cdot \rho_v \cdot g \quad (2.19)$$

где f_0 – площадь сечения отверстия для впуска воздуха в коллектор, м²;

l – длина сечения равная толщине корпуса коллектора, м;

ρ_v – плотность воздуха, кг/м³.

Силу трения, действующую на стенках сечения, заменим на основании уравнения Дарси - Вейсбаха:

$$F_{mp} = \lambda \cdot \frac{l}{d_0} \cdot \frac{v_v^2}{2} \cdot \rho_v \cdot f_0 \quad (2.20)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения;

d_0 – диаметр отверстия для впуска воздуха в коллектор, м;

v_v – скорость поступления воздуха, м/с

Запишем уравнение количества движения:

$$\rho_{\epsilon} \cdot Q_{\epsilon} \cdot v_{\epsilon 0} - \rho_{\epsilon} \cdot Q_{\epsilon} \cdot v_{\epsilon} = p_a \cdot f_0 - f_0 \cdot l \cdot \rho_{\epsilon} \cdot g - \lambda \cdot \frac{l}{d_0} \cdot \frac{v_{\epsilon}^2}{2} \cdot \rho_{\epsilon} \cdot f_0 - (p + \rho_{cm} \cdot g \cdot z) \cdot f_0 \quad (2.21)$$

Учитывая, что воздух поступает из атмосферы, его скорость можно принять $v_{\epsilon 0} = 0$. Принимая во внимание тот факт, что толщина стенки коллектора, в которой расположено отверстие, мала, также мал и диаметр отверстия для впуска воздуха, то в первом приближении $\frac{l}{d} \approx 1$. Весом воздуха в изолированном сечении можно пренебречь, тогда выражение (2.21) примет вид:

$$\rho_{\epsilon} \cdot Q_{\epsilon} \cdot v_{\epsilon} = p_a \cdot f_0 - \lambda \cdot \frac{v_{\epsilon}^2}{2} \cdot \rho_{\epsilon} \cdot f_0 - (p + \rho_{cm} \cdot g \cdot z) \cdot f_0 \quad (2.22)$$

Так как $Q_{\epsilon} = v_1 \cdot f_0$, тогда:

$$\rho_{\epsilon} \cdot v_{\epsilon}^2 + \lambda \cdot \frac{v_{\epsilon}^2}{2} \cdot \rho_{\epsilon} = p_{\epsilon} - \rho_{cm} \cdot g \cdot z \quad (2.23)$$

Откуда скорость воздуха будет:

$$v_{\epsilon} = \sqrt{\frac{(p_{\epsilon} - \rho_{cm} \cdot g \cdot z)}{\rho_{\epsilon} (1 + 0,5\lambda)}} \quad (2.24)$$

где p_{ϵ} – величина вакуумметрического давления, кПа.

По выражению (2.24) можно определить скорость поступления воздуха в коллектор. В числителе второй член представляет давление воздушного столба, при отсутствии молока в коллекторе данное слагаемое будет равно нулю.

Для стабильной работы коллектора при доении требуется определенное соотношение между молоком и поступающим воздухом, данное соотношение оценивается коэффициентом k . Он показывает долю воздуха по отношению к молоку в смеси.

$$k = \frac{Q_{\epsilon}}{Q_{\text{м}}} \quad (2.25)$$

Соотношение (2.25) носит название абсолютного воздушного фактора.

В процессе работы доильного аппарата в коллектор поступает молоко от сосков вымени коровы, которое смешивается с воздухом, поэтому коллектор также работает в роли смесителя молока и воздуха. Объемная подача молоковоздушной смеси Q_{cm} будет равна:

$$Q_{см} = Q_m + Q_v \quad \text{или} \quad Q_{см} = Q_m \cdot \left(\frac{Q_v}{Q_m} + 1 \right) \quad (2.26)$$

где Q_m, Q_v – соответственно подача молока и воздуха в коллектор, м³/с

От величины коэффициента k зависит структура течения смеси молока и воздуха по молочному шлангу вертикально в молокопровод. Обусловлено это тем, что при изменении структур течения изменяются потери разряжения, подачи смеси, массового воздухосодержания, а также скорость эвакуации молока и воздействие на вымя коровы [57,58,59].

С учетом выражения (2.25) формула (2.26) примет вид:

$$Q_{см} = Q_m \cdot (k + 1) \quad (2.27)$$

Если учесть, что $Q_m = f \cdot v$, то имея значения подачи молока и зная значение коэффициента абсолютного воздушного фактора можно выразить подачу смеси.

Используя исследования Кузьмина А.Е. и Стерхова А.А. [60,93], нами был предложен график для нахождения k в зависимости от величины подачи молока Q_m , который представлен на рисунке 2.5. Рекомендуемые значения k лежат в пределах от 1,5 до 3,5 [58,60,101].

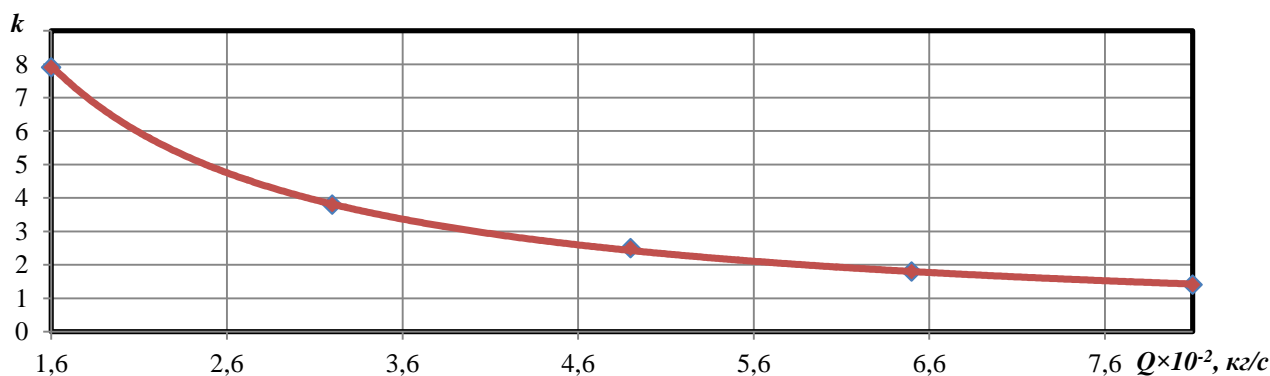


Рисунок 2.5 – Графическая зависимость коэффициента k от подачи молока Q кг/с

В связи со сказанным выше, важно иметь диаметр отверстия для впуска воздуха в коллектор, которое обеспечивает требуемое для стабильной работы доильного аппарата значение коэффициента абсолютного воздушного фактора.

Подставляя в (2.25) значение $Q_v = v_v \cdot f_0$ и значение v_v из выражения (2.24), получим:

$$k = \frac{f_0 \cdot \sqrt{\frac{(p_B - \rho_{CM} \cdot g \cdot Z)}{\rho_B \cdot (1 + 0,5 \cdot \lambda)}}}{Q_M} \quad (2.28)$$

Далее из (2.28) выражаем f_0 :

$$f_0 = \frac{k \cdot Q_M}{\sqrt{\frac{(p_B - \rho_{CM} \cdot g \cdot Z)}{\rho_B \cdot (1 + 0,5 \cdot \lambda)}}} \quad (2.29)$$

Так как $f_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4}$, выражаем d_0 :

$$d_0 = \sqrt{\frac{4k \cdot Q_M}{\pi \cdot \sqrt{\frac{(p_B - \rho_{CM} \cdot g \cdot Z)}{\rho_B \cdot (1 + 0,5 \cdot \lambda)}}}} \quad (2.30)$$

По выражению (2.30) определяют диаметр отверстия для впуска воздуха в коллектор при требуемых значениях k и Q_M . Значение коэффициента гидравлического трения λ определяют из эксперимента.

Для наглядности построим сходимость теоретических и экспериментальных результатов исследований по определению диаметра d_0 . Для этого необходимо определить величины, входящие в формулу (2.30).

Для определения численного значения и плотности смеси ρ_{CM} воспользуемся графиком зависимости коэффициента абсолютного воздушного фактора k (рис. 2.5) и плотности смеси молока с воздухом от пропускной способности коллектора Q кг/с, построенных на основании исследований Кузьмина А.Е. [58] и представленным на рисунках 2.5 и 2.6.

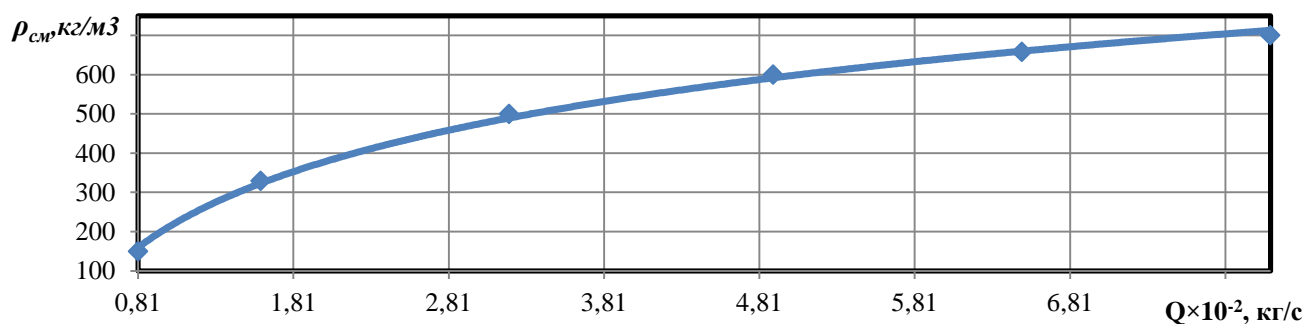


Рисунок 2.6 – Зависимость плотности молоковоздушной смеси от подачи молока.

Как видно из графической зависимости, с увеличением объемной подачи молока плотность молоковоздушной смеси увеличивается.

2.5 Теоретическое обоснование диаметра отсасывающей трубки и молокосорной камеры коллектора

Необходимая пропускная способность разрабатываемого доильного аппарата зависит от правильно выбранного диаметра отсасывающей трубки коллектора.

Для определения диаметра отсасывающей трубки прибегнем к закону Бернулли для непрерывного потока реальной жидкости. Представим рабочую схему коллектора доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора (рисунок 2.7).

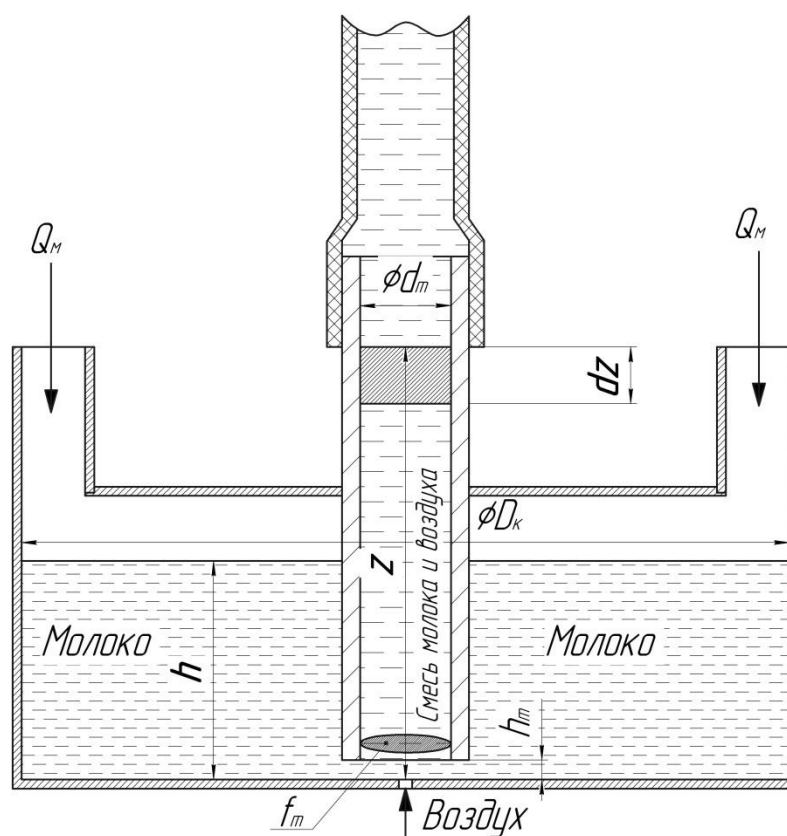


Рисунок 2.7 – Схема к определению диаметра отсасывающей трубки

Стоит обратить внимание, что площадь сечения отсасывающей трубки f_m должна быть больше или равна площади кольца S , образованного ею между дном

молокосборной камеры коллектора и трубкой ($S = h_m \cdot \pi \cdot d_m$), а от высоты поднятия h_m относительно дна молокоборной камеры коллектора зависит остаток молока в коллекторе после завершения доения. Поэтому h_m должна быть минимальной.

Запишем уравнение Бернулли в дифференциальной форме для участка dz в отсасывающей трубке:

$$dz + \frac{dp}{\rho_{см} \cdot g} + \frac{dv_{см}^2}{2 \cdot g} + dh_n = 0 \quad (2.31)$$

где p - давление в элементарном участке, кПа;

$v_{см}$ - скорость смеси, м/с;

h_n - потери напора при перемещении смеси молока и воздуха по отсасывающей трубке.

Заменяя скорость через объемный расход смеси, получим:

$$dz + \frac{dp}{\rho_{см} \cdot g} + \frac{dQ_{см}^2}{2 \cdot g \cdot f_m^2} + dh_n = 0 \quad (2.32)$$

Допустим, что движение смеси в отсасывающей трубке установившееся, значит объемный расход остается в любом сечении неизменным $Q = const$, тогда $dQ = 0$ и уравнение (2.32) примет вид:

$$dz + \frac{dp}{\rho_{см} \cdot g} + dh_n = 0 \quad (2.33)$$

Для определения потерь напора dh_n при движении смеси в отсасывающей трубке воспользуемся уравнением Дарси-Вейсбаха:

$$dh_n = d\left(\lambda \cdot \frac{z}{d_m} \cdot \frac{v_{см}^2}{2 \cdot g}\right) = \frac{\lambda \cdot Q_{см}^2}{2 \cdot d_m \cdot f_m^2 \cdot g} \cdot dz \quad (2.34)$$

где λ , $v_{см} = const$, так как $f_m = const$;

d_m - диаметр отсасывающей трубки, м.

Принимая во внимание тот факт, что пропускная способность коллектора по смеси равна сумме подач в единицу времени по молоку и воздуху, запишем

$$Q_{см} = Q_m (1 + k)$$

Подставим выражение (2.27) в выражение (2.34) получим:

$$dz + \frac{dp}{\rho_{cm} \cdot g} + \frac{\lambda \cdot v_{cm} \cdot Q_m \cdot (1+k)}{2 \cdot d_m \cdot f_m \cdot g} \cdot dz = 0 \quad (2.35)$$

Определим объемный расход по молоку. Учитывая, что система молокосборная камера коллектора и отсасывающая трубка является сообщающимися сосудами (см. рис. 2.7), то, согласно закону сообщающихся сосудов, давление на уровне ввода воздуха в трубку может быть записано как по жидкости (молоку), так и по молоковоздушной смеси. Для простоты исследований учитываем, что гидравлические потери при движении молоковоздушной смеси по отсасывающей трубке несущественные, что ими можно пренебречь:

$$p_h + \rho_m g h = p_z + \rho_{cm} g z \quad (2.36)$$

где z – длина отсасывающей трубки, м;

h – высота уровня молока в молокосборной камере коллектора, м;

p_h, p_z – давления, действующие соответственно на зеркало молока в молокосборной камере на уровне h и молоковоздушную смесь в отсасывающей трубке на уровне z , Па.

Если принять в первом приближении, что вакуумметрическое давление действующее на уровне жидкости и находящееся в коллекторе на высоте h и z одинаковое, то $p_h = p_z$. Тогда получим:

$$\rho_m \cdot g \cdot h = \rho_{cm} \cdot g \cdot z \quad (2.37)$$

Продифференцируем уравнение (2.37) по времени:

$$\rho_m \cdot g \cdot \frac{dh}{dt} = \rho_{cm} \cdot g \cdot \frac{dz}{dt} \quad (2.38)$$

Так как $\frac{dh}{dt} = v_m$, а $\frac{dz}{dt} = v_{cm}$, тогда уравнение (2.38) примет вид:

$$\rho_m \cdot g \cdot v_m = \rho_{cm} \cdot g \cdot v_{cm} \quad (2.39)$$

где v_m – скорость движения молока в молокосборной камере коллектора, м/с.

Расход по молоку в молокосборной камере коллектора можно записать:

$$Q_m = F_k \cdot v_m \quad (2.40)$$

где F_k - площадь поперечного сечения молокосборной камеры коллектора, м².

Откуда:

$$v_{cm} = \frac{Q_m \cdot \rho_m}{F_k \cdot \rho_{cm}} \quad (2.41)$$

При установившемся движении молоковоздушной смеси в отсасывающей трубке расход как по молоку, так и по смеси постоянный. Проинтегрируем выражение (2.35) в пределах интегрирования от 0 до z и от p_2 до p_1 , получим:

$$\frac{(p_1 - p_2)}{\rho_{cm} \cdot g} - z = \frac{\lambda}{d_m} \cdot \frac{v_{cm} \cdot Q_m \cdot (1+k)}{2 \cdot f_m \cdot g} \cdot z \quad (2.42)$$

Подставляем (2.41) в выражение (2.42) получим:

$$\frac{(p_1 - p_2)}{\rho_{cm} \cdot g} - z = \frac{\lambda}{d_m} \cdot \frac{\rho_m \cdot Q_m \cdot Q_m \cdot (1+k)}{2 \cdot \rho_{cm} \cdot F_k \cdot f_m \cdot g} \cdot z \quad (2.43)$$

Преобразуем выражение (2.43):

$$(p_1 - p_2) - \rho_{cm} \cdot g \cdot z = \frac{\lambda}{d_m} \cdot \frac{\rho_m \cdot Q_m^2 \cdot (1+k)}{2 \cdot F_k \cdot f_m} \cdot z \quad (2.44)$$

Решая формулу (2.44) относительно диаметра отсасывающей трубки d_m и принимая во внимание то, что $f_m = \frac{\pi \cdot d_m^2}{4}$; $F_k = \frac{\pi \cdot D_k^2}{4}$, после преобразований получаем:

$$(p_1 - p_2) - \rho_{cm} \cdot g \cdot z = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{\rho_m \cdot Q_m^2 \cdot (1+k)}{2 \cdot \frac{\pi \cdot d_m^2}{4} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}} \cdot z \quad (2.45)$$

Решая формулу (2.45) относительно d_m :

$$d_m = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot \lambda \cdot \rho_m \cdot Q_m^2 \cdot (1+k) \cdot z}{\pi^2 \cdot D_k^2 \cdot [(p_1 - p_2) - \rho_{cm} \cdot g \cdot z]}} \quad (2.46)$$

Формула (2.46) включает в себя как основные конструктивно геометрические параметры коллектора доильного аппарата с верхним отводом молока: диаметр молокоборной камеры, диаметр отсасывающей трубки, длину отсасывающей трубки, так и технологические ($p_1 - p_2$). Она может быть использована для определения диаметра отсасывающей трубки при требуемых параметрах k и Q_m , а также для нахождения других конструктивных параметров.

2.6 Теоретическое обоснование высоты установки отсасывающей трубки от дна коллектора

Для определения высоты поднятия отсасывающей трубки составим схему, представленную на рисунке 2.8.

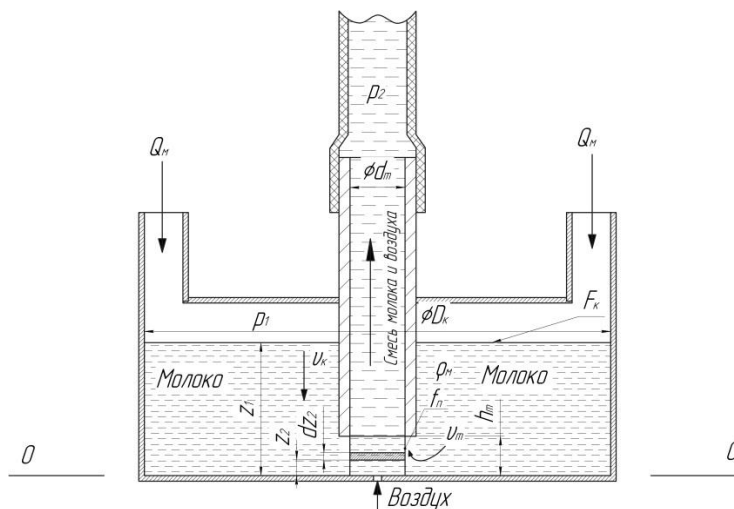


Рисунок 2.8 Схема к определению высоты подъема отсасывающей трубки от дна коллектора.

Выберем горизонтальную плоскость отсчета 0–0 по плоскости дна коллектора и запишем Уравнение Бернулли для сечений, совпадающих со свободной поверхностью молока на расстоянии z_1 над плоскостью отсчета и середины глубины отверстия на расстоянии z_2 .

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_k^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_m^2}{2g} + h_n \quad (2.47)$$

где z_1 – высота уровня молока в коллекторе, м;

u_m – скорость молока на входе в отсасывающую трубку, м/с;

u_k – скорость молока в коллекторе, м/с.

Потери на напор принимаем как: $h_n = \xi \frac{u_m^2}{2g}$, где ξ – коэффициент местного сопротивления при протекании жидкости через отверстие. Потери трения молока о стенки коллектора учитывать не будем из-за крайне малого скоростного напора для движения жидкости вдоль коллектора.

Преобразуем выражение (2.47), обозначим разность $p_1 - p_2 = \Delta p$ и выразим через v_m с помощью уравнения расхода скоростей $v_k = v_m \cdot \frac{f_n}{F_k}$, сгруппируем слагаемые с v_m в одной части равенства:

$$(z_1 - z_2) + \frac{\Delta p}{\rho g} = \left(1 + \xi - \frac{f_n^2}{F_k^2}\right) \cdot \frac{v_m^2}{2g} \quad (2.48)$$

В выражении (2.48) величиной $\frac{f_n^2}{F_k^2}$ можно пренебречь (она мала не только по сравнению с единицей, но и с коэффициентом ξ), в виду того, что f_n существенно меньше F_k , $f_n \ll F_k$ тогда.

$$v_m = \frac{1}{\sqrt{1+\xi}} \cdot \sqrt{2g \left[(z_1 - z_2) + \frac{\Delta p}{\rho g} \right]} \quad (2.49)$$

Как известно из гидравлики, множитель $\frac{1}{\sqrt{1+\xi}} < 1$ и называется коэффициентом скорости φ .

$$\text{Тогда } v_m = \varphi \cdot \sqrt{2g \left[(z_1 - z_2) + \frac{\Delta p}{\rho g} \right]} \quad (2.50)$$

Данное выражение показывает скорость истечения через отверстие в его среднем сечении, так как z_2 указывает на серединную по высоте плоскость отверстия для захода молока в отсасывающую трубку.

Ввиду того, что различные точки по высоте отверстия находятся под разным напором из-за разности погружения этих точек, то движущая сила истечения будет переменной по высоте отверстия, так как напор разный. Тогда очевидно, что в разных сечениях по высоте отверстия скорость истечения разная. Поэтому расчет на основе средней глубины погружения центра отверстия дает приблизительный результат, при малой высоте отверстия такое приближение вполне приемлемо.

Получим более точные выражения для расхода молока из коллектора через отверстие. Выделим на текущей высоте z_2 элементарное сечение высотой dz_2 , при этом высота отверстия будет изменяться от 0 до h_m . Элементарный расход жидкости dQ через бесконечно малое сечение:

$$dQ = v \cdot \pi \cdot d_m \cdot dz_2 \quad (2.51)$$

Заменим значение скорости v через ее значение из формулы 2.49, получим:

$$dQ = \varphi \cdot \pi \cdot d_m \cdot \sqrt{2g \left[(z_1 - z) + \frac{\Delta p}{\rho g} \right]} \cdot dz_2 \quad (2.52)$$

или

$$dQ = \sqrt{2g} \cdot \varphi \cdot \pi \cdot d_m \cdot \sqrt{\left[\left(z_1 + \frac{\Delta p}{\rho g} \right) - z \right]} \cdot dz_2 \quad (2.53)$$

Обозначим $\sqrt{2g} \cdot \varphi \cdot \pi \cdot d_m = b$ и $\left(z_1 + \frac{\Delta p}{\rho g} \right) = a$, тогда формула (2.53)

примет вид:

$$dQ = b \cdot \sqrt{a - z} \cdot dz_2 \quad (2.54)$$

Интегрируя выражение (2.54), получим:

$$Q = -b \cdot \frac{2}{3} (\sqrt{a - h_m})^3 \int_0^h$$

$$dQ = -\frac{2}{3} b \cdot [\sqrt{(a - h_m)^3} - \sqrt{a^3}] = \frac{2}{3} b \cdot (\sqrt{a^3} - \sqrt{(a - h_m)^3}) \quad (2.55)$$

По формуле (2.55) можно определить расход молока, поступающий в отсасывающую трубку. Учитывая то, что в отсасывающую трубку будет поступать воздух, это приведет к сопротивлению, что скажется на результате расхода, определяемого по формуле (2.55). Поэтому следует ввести в эту формулу коэффициент подачи k_2 , который определяется опытным путем, тогда:

$$Q = \frac{2}{3} b \cdot k_2 \cdot (\sqrt{a^3} - \sqrt{(a - h_m)^3}) \quad (2.56)$$

Заменим b и a

$$Q = \frac{2}{3} (\sqrt{2g} \cdot \varphi \cdot \pi \cdot d_m) \cdot k_2 \cdot \left(\sqrt{\left(z_1 + \frac{\Delta p}{\rho g} \right)^3} - \sqrt{\left(\left(z_1 + \frac{\Delta p}{\rho g} \right) - h_m \right)^3} \right) \quad (2.57)$$

Составим схему для дальнейшего определения высоты установки трубки от дна коллектора. При расчете принимаем, что воздух попадает напрямую в отсасывающую трубку, минуя молокосборную камеру коллектора.

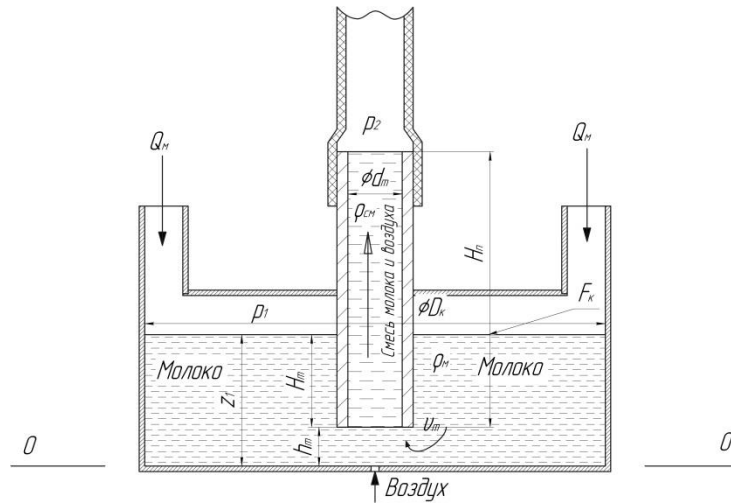


Рисунок 2.9 - Схема к определению высоты установки отсасывающей трубки

Составим уравнение сообщающихся сосудов:

$$p_1 + \rho_m \cdot g \cdot H_T = \rho_{см} \cdot g \cdot H_{\Pi} + p_2 \quad (2.58)$$

где H_T - длина трубки находящейся в жидкости, м;

H_{Π} – высота подъема жидкости в трубке от силы неоднородности плотностей, м.

$$z_1 = H_T + h_m \quad (2.59)$$

Из (2.59) выражаем H_T :

$$H_T = z_1 - h_m \quad (2.60)$$

Подставляем значение H_T из формулы (2.60) в формулу (2.58), причем значения $p_1 \approx p_2$, получаем:

$$\rho_m \cdot (z_1 - h_m) = \rho_{см} \cdot H_{\Pi} \quad (2.61)$$

Выражаем z_1

$$z_1 = \frac{\rho_{см}}{\rho_m} \cdot H_{\Pi} + h_m \quad (2.62)$$

Подставляем полученное выражение в (2.57), получим:

$$Q = \frac{2}{3} (\sqrt{2g} \cdot \varphi \cdot \pi \cdot d_m) \cdot k_2 \cdot \left(\sqrt{\left(\frac{\rho_{см}}{\rho_m} \cdot H_{\Pi} + h_m + \frac{\Delta p}{\rho_m g} \right)^3} - \sqrt{\left(\frac{\rho_{см}}{\rho_m} \cdot H_{\Pi} + h_m + \frac{\Delta p}{\rho_m g} - h_m \right)^3} \right) \quad (2.63)$$

Преобразуем (2.63) и выражаем h_m :

$$\begin{aligned}
Q &= \frac{2}{3}(\sqrt{2g} \cdot \varphi \cdot \pi \cdot d_m) \cdot k_2 \cdot \left(\sqrt{\left(\frac{\rho_{\text{CM}}}{\rho_M} \cdot H_{\text{II}} + h_m + \frac{\Delta p}{\rho_M g}\right)^3} - \sqrt{\left(\frac{\rho_{\text{CM}}}{\rho_M} \cdot H_{\text{II}} + \frac{\Delta p}{\rho_M g}\right)^3} \right) \\
\frac{3 \cdot Q}{2 \cdot (\sqrt{2 \cdot g} \cdot \varphi \cdot \pi \cdot d_m) \cdot k_2} + \sqrt{\left(\frac{\rho_{\text{CM}}}{\rho_M} \cdot H_{\text{II}} + \frac{\Delta p}{\rho_M g}\right)^3} &= \sqrt{\left(\frac{\rho_{\text{CM}}}{\rho_M} \cdot H_{\text{II}} + h_m + \frac{\Delta p}{\rho_M g}\right)^3} \\
\left(\frac{3 \cdot Q}{2 \cdot (\sqrt{2 \cdot g} \cdot \varphi \cdot \pi \cdot d_m) \cdot k_2} + \sqrt{\left(\frac{\rho_{\text{CM}}}{\rho_M} \cdot H_{\text{II}} + \frac{\Delta p}{\rho_M g}\right)^3} \right)^2 &= \left(\frac{\rho_{\text{CM}}}{\rho_M} \cdot H_{\text{II}} + h_m + \frac{\Delta p}{\rho_M g}\right)^3 \\
\sqrt[3]{\left(\frac{3 \cdot Q}{2 \cdot (\sqrt{2 \cdot g} \cdot \varphi \cdot \pi \cdot d_m) \cdot k_2} + \sqrt{\left(\frac{\rho_{\text{CM}}}{\rho_M} \cdot H_{\text{II}} + \frac{\Delta p}{\rho_M g}\right)^3} \right)^2} &= \frac{\rho_{\text{CM}}}{\rho_M} \cdot H_{\text{II}} + h_m + \frac{\Delta p}{\rho_M g} \\
h_m &= \sqrt[3]{\left(\frac{3 \cdot Q}{2 \cdot (\sqrt{2 \cdot g} \cdot \varphi \cdot \pi \cdot d_m) \cdot k_2} + \sqrt{\left(\frac{\rho_{\text{CM}}}{\rho_M} \cdot H_{\text{II}} + \frac{\Delta p}{\rho_M g}\right)^3} \right)^2} - \left(\frac{\rho_{\text{CM}}}{\rho_M} \cdot H_{\text{II}} + \frac{\Delta p}{\rho_M g}\right) \quad (2.64)
\end{aligned}$$

Получившееся выражение (2.64) можно использовать для определения высоты установки отсасывающей трубки от дна молокосорной камеры коллектора.

ВЫВОДЫ

1. Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора должен содержать доильные стаканы, молочный и вакуумный шланги, пульсатор, и коллектор с верхним расположением выходного молочного патрубка. В центре коллектора должна быть коаксиально расположена центральная отсасывающая трубка, верхний конец которой расположен в зоне выходного молочного патрубка и имеет отверстие, равное отверстию выходного молочного патрубка и совмещенное с ним, а нижний - в зоне дна молокоборной камеры коллектора. Центральная отсасывающая трубка установлена с возможностью вертикального осевого перемещения для перекрытия в конце доения своей поверхностью выходной молочной патрубков.

2. Теоретически обосновано выведение молока из вымени коровы вакуумным доильным аппаратом. Получены аналитические зависимости скорости молоковыведения (2.16) и объемной подачи молока в коллектор в единицу времени (2.17), которые характеризуют процесс молоковыведения из вымени коровы при доении вакуумным доильным аппаратом. Скорость молоковыведения зависит от: давления в цистерне молочной железы, вакуума в подсосковой камере доильного стакана, тонуса сфинктера соска, от геометрических размеров соска вымени коровы.

3. Теоретически доказано, что расход воздуха коллектором зависит от диаметра отверстия для впуска воздуха в коллектор. Выведена аналитическая зависимость скорости воздуха поступающего в коллектор (2.24) и диаметра отверстия для впуска воздуха в коллектор (2.30), который зависит в большей степени от вакуумметрического давления в системе объемной подачи молока в коллектор, величины абсолютного воздушного фактора, рекомендуемое значение которого для диспергированного течения молоковоздушной смеси должен быть в пределах от 1,5 до 3,5.

4. Теоретически доказано влияние диаметра отсасывающей трубки на пропускную способность коллектора. Получена аналитическая формула для

нахождения диаметра отсасывающей трубки (2.56), которая объединяет в себе основные конструктивно геометрические параметры коллектора.

5. Теоретически обоснована высота установки отсасывающей трубки относительно дна молокосборной камеры коллектора. Получена аналитическая формула (2.64). С ростом величины вакуума, пропускной способности по молоку, плотности молоковоздушной смеси и коэффициента подачи высота увеличивается, и уменьшается при повышении коэффициента скорости, длины отсасывающей трубки и плотности молока.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ВЕРХНИМ ОТВОДОМ МОЛОКА ИЗ КОЛЛЕКТОРА

Предлагаемый нами доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора должен отвечать всем современным технологическим, техническим и физиологическим требованиям. Аппарат должен:

- быстро и полно выдаивать корову;
- не оказывать вредного воздействия на вымя коровы;
- не наползать на соски вымени коровы;
- исключать колебания вакуума под сосками вымени коровы при доении;
- исключить переполнение молочной камеры и спадание подвесной части с вымени коровы при интенсивной молокоотдаче.

3.1 Программа исследований

Задачи экспериментальных исследований включали:

- проверку разработанного доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора;
- проверку теоретических исследований данной работы;
- выявление рациональных параметров доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора.

Исходя из поставленных задач, программа исследований включает в себя:

- определение влияния высоты подъема отсасывающей трубки от дна молокоборной камеры коллектора на пропускную способность коллектора доильного аппарата;
- определение влияния подачи воздуха в коллектор на его пропускную способность;
- определение влияния диаметра отсасывающей трубки на пропускную способность доильного аппарата;

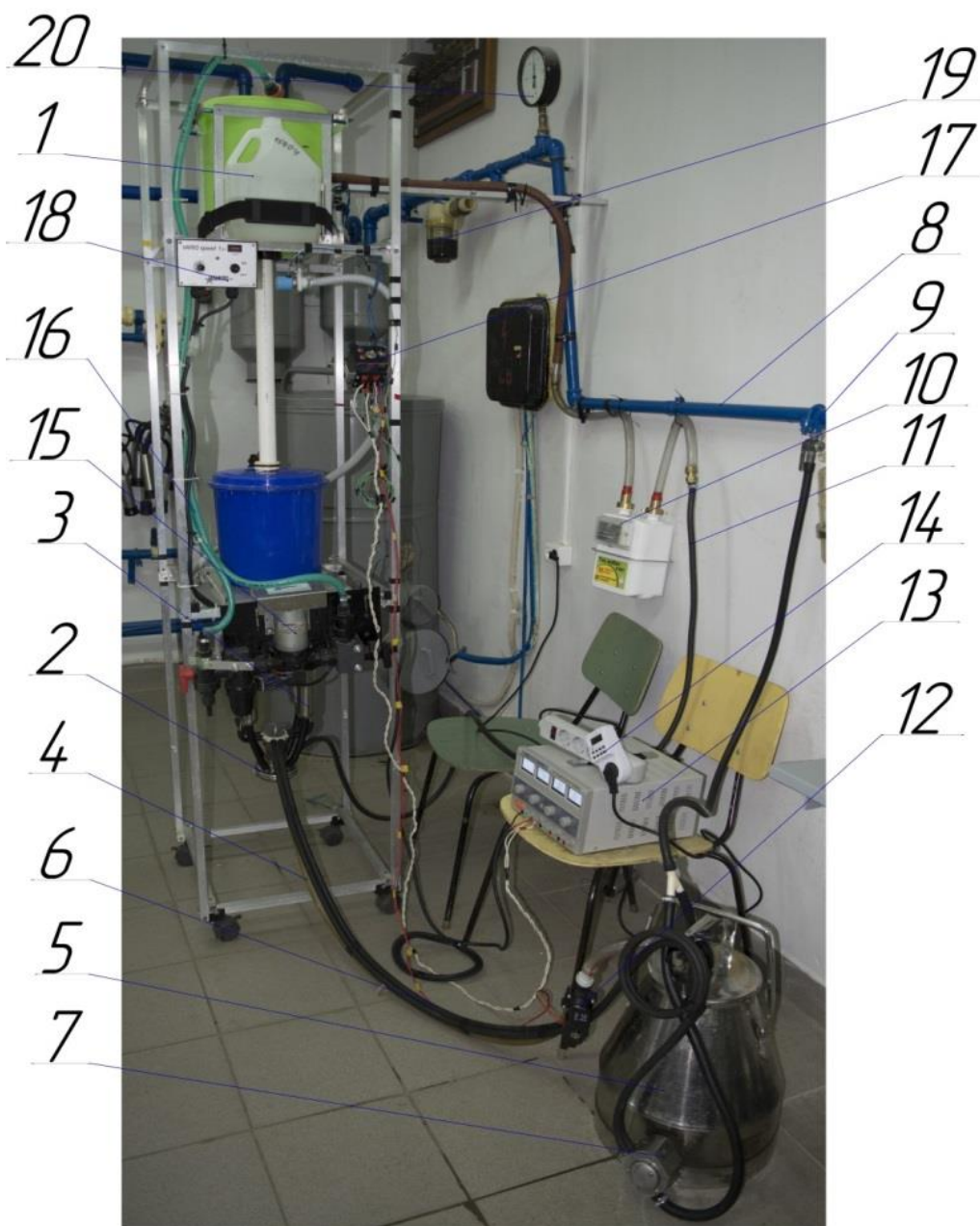
- определение колебания разряжений под сосками вымени коровы при доении;
- определение рациональных параметров доильного аппарата;
- определение влияния величины вакуума на пропускную способность доильного аппарата;
- сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора.

3.2 Методика лабораторных исследований

3.2.1 Лабораторная установка

В ходе реализации программы исследований для определения конструктивно-режимных параметров доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора использовалась специальная лабораторная установка (рис. 3.1) (Приложение Б), которая была разработана на основании исследований В.А. Шахова, Л.П. Карташова и С.А. Соловьева [44].

Лабораторная установка состоит из стенда «Искусственное вымя» 1, а также разработанного доильного аппарата, включающего коллектор 2 с доильными стаканами 3, шлангов молочного 4, соединяющего в себя коллектор 2 с доильным ведром 5, и вакуумного 6, соединяющего распределитель вакуума, установленный на коллекторе 2 с пульсатором 7. Доильное ведро 4 соединено шлангом с вакуумопроводом 8 доильной установки через кран 9. Также в лабораторную установку входят газовый счетчик 10, вход которого сообщается с атмосферой, а выход посредством шланга 11 соединен с молокосборной камерой коллектора 2. В разрыв молочного шланга 4 установлен нормально закрытый электромагнитный клапан 12, который подсоединен к источнику питания 13 с напряжением 12 В. Источник питания 13 через электронный таймер 14 подключен к сети 220 В (рис. 3.2). Для измерения пропускной способности коллектора использовался весовой метод: измерение массы удоя производилось при помощи электронного безмена (электронных весов).

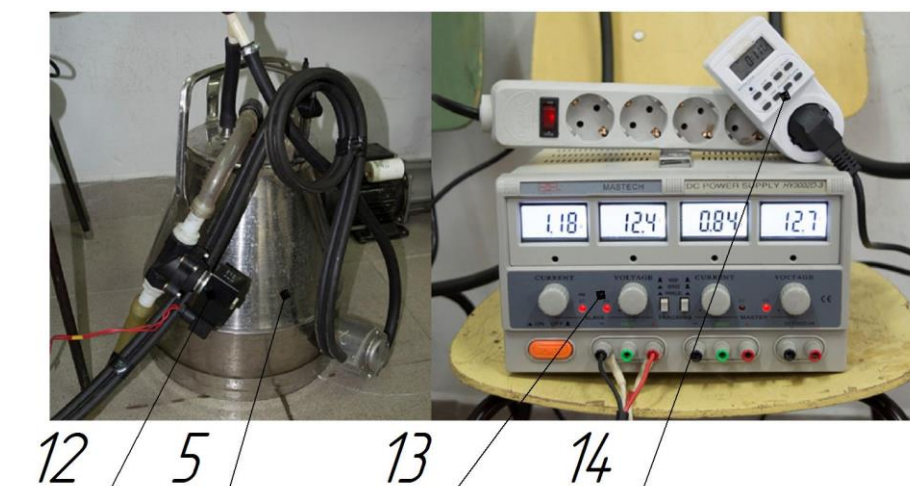


1- лабораторный стенд «Искусственное вымя»; 2 – модернизированный коллектор; 3 – доильные стаканы; 4 – молочный шланг; 5 – доильное ведро; 6 – вакуумный шланг; 7 – пульсатор; 8 – вакуумпровод; 9 – вакуумный кран; 10 – счетчик газа; 11 – шланг; 12 - нормально закрытый электромагнитный клапан; 13 – источник питания 12В; 14 – электронный таймер; 15 - мембранный насос; 16 – шланги насоса; 17 – блок управления источником питания и клапаном; 18 – блок управления мембранным насосом; 19 – вакуумный регулятор; 20 - вакуумметр

Рисунок 3.1 Общий вид лабораторной установки

Для обратной закачки заменителя молока в бачек стенда «Искусственное вымя» использовался мембранный насос с фильтром и коллекторами

распределения потоков жидкости 15, который подключен к источнику питания 13 и шлангам 16. Для управления электромагнитным клапаном 12 использовался блок управления 17, а для управления насосом 15 - блок управления 18. Величина вакуумметрического давления изменяется вакуумрегулятором 19, а контроль вакуумметрического давления осуществляется при помощи вакуумметра 20 [106, 44].



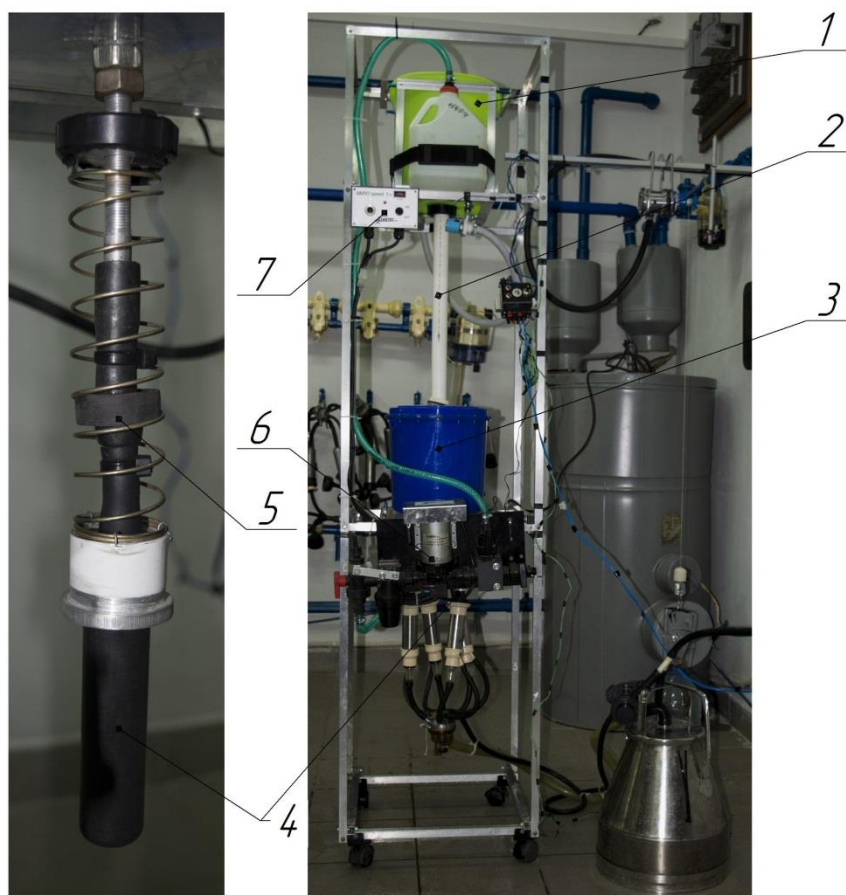
5 - доильное ведро; 12 – нормально закрытый электромагнитный клапан; 13 – источник питания; 14 – электронный таймер.

Рисунок 3.2 Общий вид электромагнитного клапана источника питания и электронного таймера

Для того чтобы погрешность измерений по времени была минимальной, использовался электронный таймер «EVOLGY» TGE – 2A 14. Он настраивался на 2 минуты таким образом, чтобы при достижении установленного времени таймер 14 включал источник питания 13, а тот, в свою очередь, подавал питание на электромагнитный клапан 12, который срабатывал, открывая сообщение между доильным ведром 5 и коллектором 2. По истечению ровно 2 минут, таймер 14 отключал источник питания 13 от сети и электромагнитный клапан 12 закрывался. Такая схема позволяет исключить временную погрешность и человеческий фактор из опытов.

Стенд «Искусственное вымя» разработан творческим коллективом авторов Ульяновым В.М., Хрипиным В.А., Панферовым Н.С. и Коледовым Р.В. [106] (Приложение В) и был внедрен в учебный процесс кафедры «Технические

системы в АПК» Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева (рис. 3.3).



1 – бак для заменителя молока; 2 – напорная труба; 3 – расширительная емкость; 4 – имитатор соска; 5 – мембранный клапан; 6 – мембранный насос с фильтром и коллекторами распределения потоков жидкости; 7 – блок управления насосом

Рисунок 3.3. – Лабораторный стенд «Искусственное вымя».

Стенд «Искусственное вымя» разрабатывался для проведения лабораторных испытаний различного доильного оборудования как серийного, так и экспериментального, а также для приобретения практических навыков при работе с ним.

При разработке стенда для выявления оптимальных геометрических, физических и физиологических параметров (таких как упругие свойства соска, диаметр соска, коэффициент трения сосковой резины о сосок, внутривыменное давление, диаметр выпускного канала соска и др.) был проведен анализ существующей литературы [30,32,44,110] и собственные исследования.

В результате изучения были выявлены следующие параметры: диаметр сосков лабораторного стенда 25 мм, коэффициент трения сосковой резины с соском составляет 0,22.

При выборе высоты установки бака 1 учитывалось то, что внутривыменное давление не превышает 10,6 кПа, а тонус сфинктера при припуске молока коровой составляет 13,3...20,0 кПа.

С учетом вышесказанного, бак 1 устанавливали на высоту, при которой в расширительной емкости 3 поддерживалось давление 108,0...109,3 кПа. Клапан 5 настраивали таким образом, чтобы он открывался при воздействии на него вакуумметрическим давлением равным 20,0 кПа. Диаметр соскового канала у коров колеблется от 2,5 до 4,5 мм при среднем значении 3,0 мм. Такой диаметр и используется в стенде.

Разработанный нами доильный аппарат состоит из доильных стаканов, пульсатора, коллектора, распределителя вакуума, шлангов молочного и вакуумного.

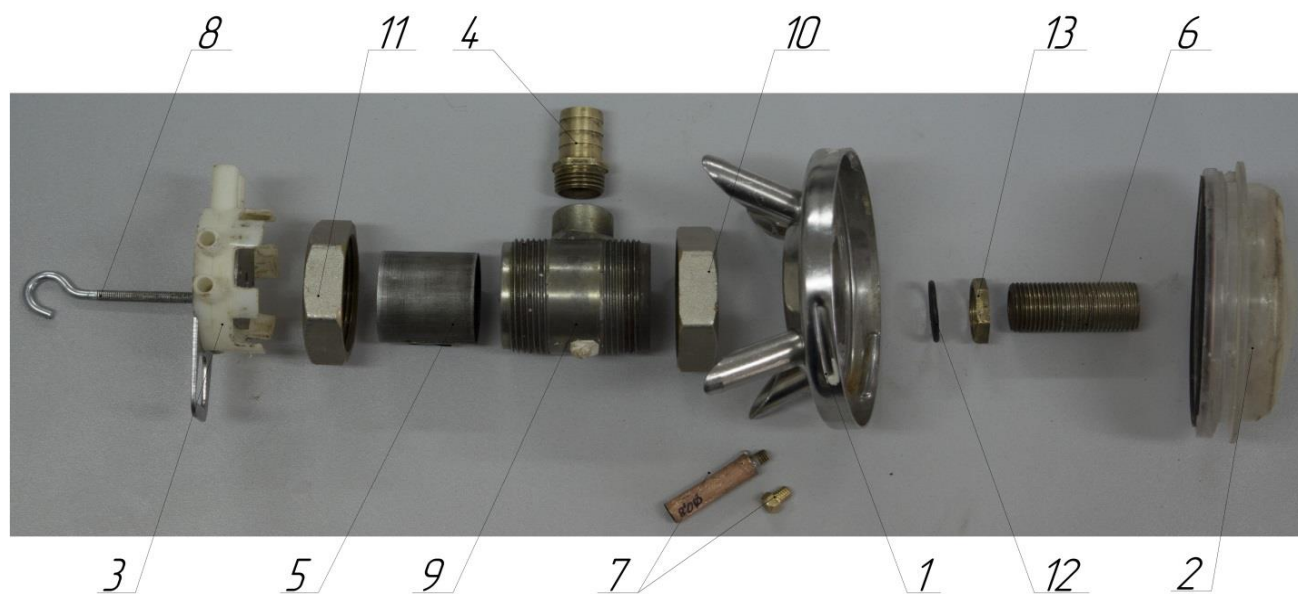
Отличительной особенностью данного доильного аппарата является конструкция коллектора (рис. 3.4).



1 - корпус коллектора; 2 – выходной молочный патрубок; 3 - распределитель; 4 – шток управления трубкой клапаном; 5 - входные молочные патрубки.

Рисунок 3.4 - Общий вид коллектора разработанного доильного аппарата.

На рисунке 3.5 представлен коллектор в разобранном виде все металлические части которого выполнены из нержавеющей стали. Он состоит из корпуса 1, крышки молокоборной камеры 2 (рис. 3.7), распределителя вакуума 3, выходного молочного патрубка 4 (рис. 3.8), клапан 5 (рис. 3.9), отсасывающей трубки 6 (рис. 3.10), впускного жиклера или штуцера 7, приводного штока клапана 8, клапанной камеры 9 (рис. 3.11), крышки 10 и 11 (рис. 3.12), уплотнительного кольца 12, гайки 13.



1- корпус; 2- крышка молокоборной камеры; 3 распределитель вакуума; 4 выходной молочный патрубок; 5 – клапан трубка; 6 – отсасывающая трубка; 7 – впускной жиклер или штуцер; 8 - управляющий шток; 9 – корпус - камера клапана; 10 – крышка нижняя; 11 – крышка верхняя; 12 – уплотнительное кольцо; 13 – гайка.

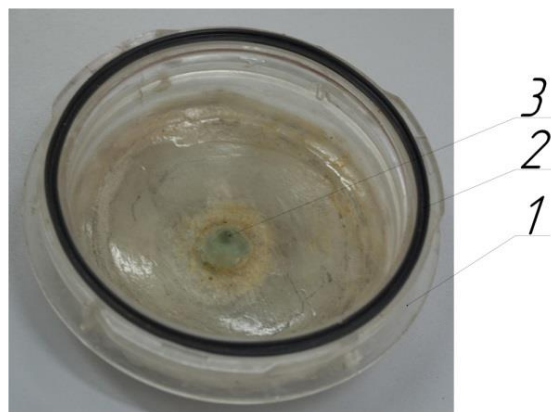
Рисунок 3.5 - Коллектор доильного аппарата с верхним отводом молока для лабораторных испытаний в разборе

Коллектор выполнен с верхним отводом молока, поэтому внутри корпуса от молокоборной камеры, до выходного молочного патрубка располагается отсасывающая трубка (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 - Вид коллектора для лабораторных испытаний без крышки молокосборной камеры.

Крышка молокосборной камеры 1 выполнена из прозрачного поликарбоната. В желобке на торце камеры рядом с резьбой располагается уплотнительное кольцо 2, которое применяется в целях предотвращения подсоса воздуха в молокосборную камеру коллектора. В центре крышки располагается направляющий выступ 3, осуществляющий направление молоковоздушного потока в отсасывающую трубку.



1 - корпус крышки; 2 - уплотнительное кольцо; 3 – отверстие для впуска воздуха в коллектор.

Рисунок 3.7 - Крышка молокосборной камеры



Рисунок 3.8 - Выходной молочный патрубок

Клапан выполнен в виде закрытого с одной стороны цилиндра, а на боковой его поверхности выполнено радиальное отверстие, диаметр которого равен диаметру выходного молочного патрубка. На закрытой стороне цилиндра выполнено отверстие с резьбой, в которое вкручивается приводящий (управляющий) шток. Напротив радиального отверстия выполнена прорезь-паз, для штока, предотвращающего неправильную установку клапана в коллекторе, не показан (рис. 3.9).



Рисунок 3.9 - Общий вид клапана трубки



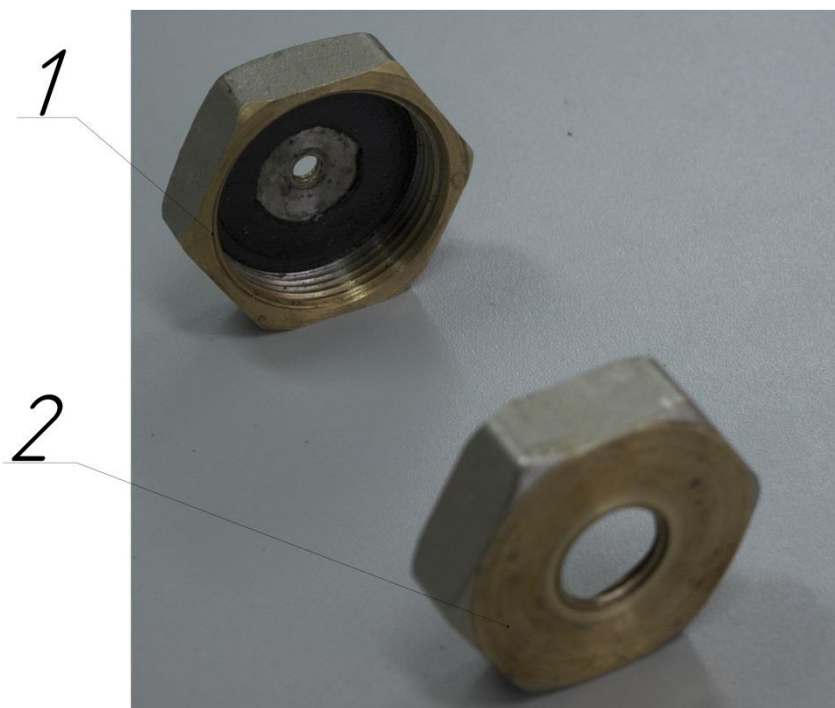
Рисунок 3.10 - Центральная отсасывающая трубка

Клапанная камера выполнена в виде цилиндра с отходящим от него патрубком. В патрубке выполнена резьба для подсоединения выходного молочного патрубка. Сверху и снизу камеры нарезана резьба для крышек (рис. 3.11).



Рисунок 3.11 - Клапанная камера

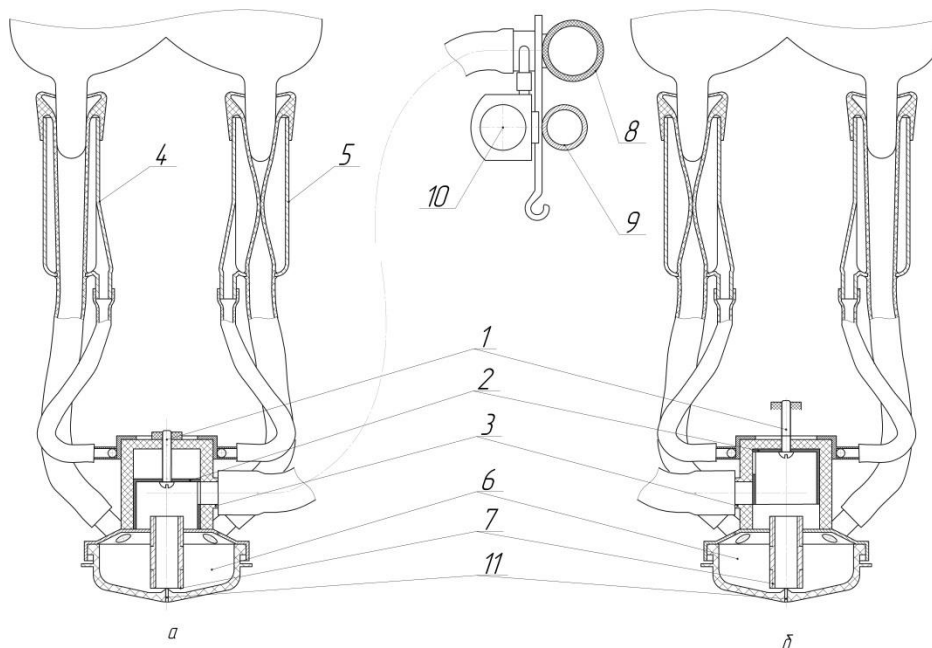
В центре верхней крышки клапанной камеры находится отверстие для управляющего штока, а в нижней крышке отверстие с резьбой для центральной отсасывающей трубки (рис. 3.12).



1 - верхняя крышка; 2 – нижняя крышка

Рисунок 3.12 - Крышки клапанной камеры

Далее приведены схемы работы лабораторного (рис. 3.13) образца доильного аппарата и описан принцип его работы.



а – рабочее положение клапана трубки коллектора для лабораторных испытаний;
 б – закрытое положение клапана трубки коллектора для лабораторных испытаний;
 1 - управляющий шток, 2 – трубка клапан; 3 – выходной молочный патрубок; 4 – доильный стакан, в котором осуществляется такт сосания; 5 – доильный стакан, в котором осуществляется такт сжатия; 6 – молокосорная камера коллектора; 7 – отсасывающая трубка; 8 – молокопровод; 9 – вакуумопровод; 10 – кран; 11 – отверстие для впуска воздуха в коллектор.

Рисунок 3.13 - Схема подвесной части доильного аппарата

Принцип работы лабораторного образца (макета) доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора описан во второй главе данной работы (см. с. 49).

3.2.2 Выбор факторов, влияющих на пропускную способность доильного аппарата

Наиболее важные факторы, влияющие на пропускную способность доильного аппарата, это величина вакуумметрического давления в вакуумопроводе, площадь проходного сечения отсасывающей трубки, площадь

сечения между отсасывающей трубкой и дном молокосборной камеры коллектора, количество воздуха, поступающего в коллектор и зависящее от диаметра отверстия для подачи воздуха в коллектор.

Таким образом, для лабораторных исследований доильного аппарата в качестве основных факторов, влияющих на его пропускную способность, принимаем: высоту поднятия трубки от дна молокосборной камеры коллектора, диаметр отсасывающей трубки, величину вакуумметрического давления, диаметр отверстия для подачи воздуха в коллектор.

3.2.3 Методика определения влияния высоты установки отсасывающей трубки относительно дна коллектора на пропускную способность и расход воздуха коллектора

Высота подъема отсасывающей трубки предположительно оказывает влияние на работоспособность коллектора, количество молока, остающегося в нем по завершению доения, и пропускную способность. Высота подъема отсасывающей трубки от дна коллектора должна быть такой, чтобы площадь кольца, образованного между дном молокосборной камеры и отсасывающей трубкой, была больше или равна площади сечения трубки, чтобы соблюдалось условие неразрывности потока [77,80,109].

Для проведения экспериментов использовалась лабораторная установка, описанная выше (рис. 3.1). Диаметр отсасывающей трубки был принят согласно диаметру молочного шланга и составил 0,0015 м. Поочередно менялась высота подъема отсасывающей трубки от дна коллектора. Шаг подъема изначально был равен 0,005 м, то есть 0,005; 0,01; 0,015; 0,02 м и 0,025 м. Испытание проводились при вакуумметрическом давлении равном 50 кПа. Повторность каждого опыта составляла 5 раз. Время опыта ограничивалось электронным таймером «EVOLGY» TGE – 2A (рис. 3.14 а) (Приложение Л) и составляло 2 минуты. Диаметр штуцера для впуска воздуха был принят 0,0008 м. В конце опыта

доильное ведро с выдоенным заменителем молока взвешивалось при помощи электронного безмена (рис. 3.14 б).



а - электронный таймер «Evology TGE – 2A»; б – электронный безмен; в – счетчик газа «Сигнал СГБ 4G»

Рисунок 3.14 - Общий вид измерительных приборов

Определение извлеченного заменителя молока доильным аппаратом в единицу времени производился по следующей формуле:

$$Q = \frac{M-m}{t} \quad (3.1)$$

где Q – пропускная способность доильного аппарата, кг/мин;

M - показание безмена, кг;

m – масса доильного ведра, кг;

t – длительность опыта, мин.

Одновременно во время опыта замерялся расход воздуха коллектором при помощи поверенного газового счетчика «Сигнал» СГБ 4G (ТУ 4213-054-51416204-01) (рис. 3.14 в) и далее рассчитывался по формуле:

$$V = k_b \cdot X_{сч} \quad (3.2)$$

где V – объем воздуха поступающего в коллектор, м³/ч;

k_b – коэффициент времени ($k_b = 30$);

$X_{сч}$ – показания счетчика, м³.

В дальнейшем проведем уточняющую серию экспериментов с высотой поднятия трубки от 0,001 до 0,007 м, с шагом 0,001 м и числом повторений 5. А

также сравнительные испытания высоты подъема трубки при разном вакуумметрическом давлении от 46 кПа до 54кПа с шагом 4 кПа.

Доение производилось в доильное ведро, опыт проводился по следующему плану:

- 1 - настройка необходимой высоты поднятия отсасывающей трубки от дна коллектора от 0,005 до 0,025м; 0,001 – 0,007 м;
- 2 - настройка регулятора вакуума на необходимое вакуумметрическое давление в системе 50 кПа, 46кПа, 54 кПа;
- 3 - приготовление и наполнение стенда «Искусственное вымя» заменителем молока с помощью мембранного насоса;
- 4 - списание показаний счетчика газа как нулевое значение;
- 5 - включение источника питания и электронного таймера в сеть 220 В;
- 6 - настройка таймера на 2 минут (120 сек.) с временем задержки 1 минута (60 сек.);
- 7 - включение доильной установки;
- 8 - открытие вакуумного крана;
- 9 - установка испытуемого образца на соски стенда «Искусственное вымя»;
- 10 - автоматическое включение клапана по истечению времени задержки на таймере 1 минуты (60 сек), начало опыта;
- 11 - по истечению 2 минут (120 сек.) автоматическое отключение источника питания и закрытие клапана, конец опыта;
- 12 - списание значений с газового счетчика, взвешивание доильного ведра с заменителем молока;
- 13 - перекачка заменителя молока из доильного ведра в стенд «Искусственное вымя» посредством мембранного насоса и шлангов;
- 14 - каждая серия состояла из 5 повторений пунктов с 6 по 13 данного плана;
- 15 - по завершении серии производилась смена высоты подъема трубки.

Все рассмотренные в главе опыты происходили по данной методике, за исключением смены факторов влияния на пропускную способность коллектора, то есть менялись 1 и 2 пункты данной методики.

Результаты лабораторных исследований приведены в разделе 3.3 данной главы.

3.2.4 Методика определения влияния диаметра отверстия для впуска воздуха в коллектор на пропускную способность доильного аппарата

Как описывалось выше в главе 2 данной работы, подача воздуха в коллектор оказывает влияние на структуру движения молоковоздушной смеси, что в свою очередь, влияет на скорость потока смеси и колебание вакуума под сосками вымени коровы. Количество поступающего в коллектор воздуха изменяет величину разряжения в коллекторе, скорость эвакуации молока и степень обсемененности молока бактериями. В главе 2 данной работы была выведена формула для определения диаметра отверстия для подачи воздуха в коллектор, поэтому необходимо подтвердить оптимальный диаметр опытным путем.

В серийно выпускаемых доильных аппаратах диаметры отверстий для впуска воздуха в коллектор лежат в интервале от $\emptyset 0,0006$ до $\emptyset 0,001$ м [19,70]. Наиболее часто встречающийся диаметр отверстия равен $0,0008$ м.

Для определения влияния подачи воздуха в коллектор на его пропускную способность использовались штуцеры с жиклерами внутри (рис. 3.14) разных диаметров от $\emptyset 0,0005$ до $\emptyset 0,001$ м, с шагом $0,001$ м. Во время проведения опыта в системе поддерживалось вакуумметрическое давление 50 кПа. В коллекторе устанавливалась отсасывающая трубка диаметром $\emptyset 0,015$ м. На штуцер надевался шланг, противоположный конец которого подключался к газовому счетчику (рис. 3.1).



Рисунок 3.15 - Сменные штуцеры для подачи воздуха в коллектор разных диаметров

Таким образом, с газового счетчика снимались показания по поступлению воздуха в коллектор и рассчитывались по формуле (3.2).

Время опыта регулировалось электронным таймером и составляло 2 минуты. Опыты проводились с пятикратной повторностью. В конце каждого повтора проводилось взвешивание доильного ведра с заменителем молока. Результаты рассчитывались по формуле (3.1).

Методика повторения данного опыта:

- 1 - установка штуцера для подачи воздуха в коллектор $\emptyset 0,0005$; $\emptyset 0,0006$; $\emptyset 0,0007$; $\emptyset 0,0008$; $\emptyset 0,0009$; $\emptyset 0,001$ м;
- 2 - настройка регулятора вакуума на необходимое вакуумметрическое давление в системе 50 кПа.

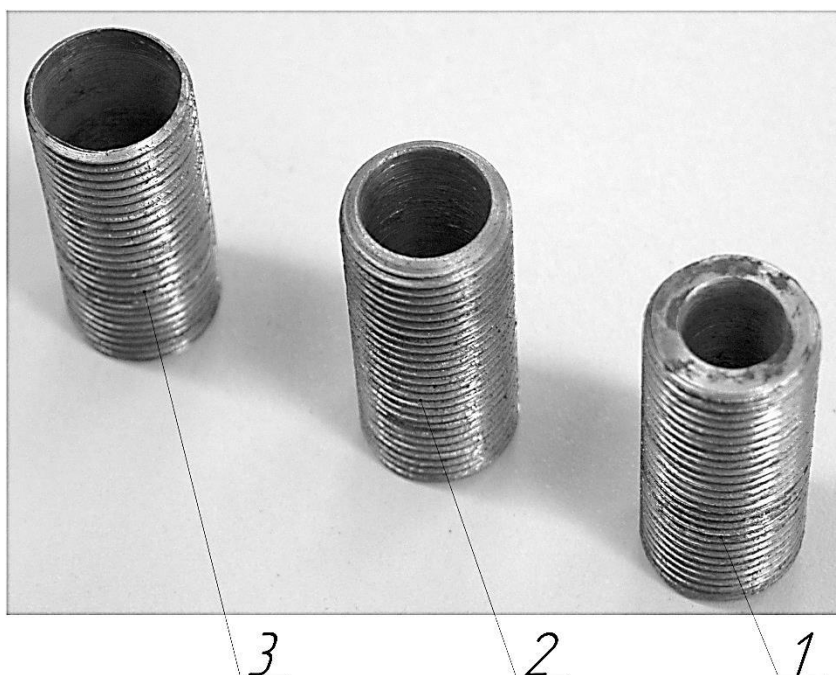
Далее – последовательность, приведенная в разделе 3.2.3.

3.2.5 Методика определения влияния диаметра отсасывающей трубки на пропускную способность и расход воздуха коллектора

С изменением диаметра отсасывающей трубки, меняется пропускное сечение трубки, а, следовательно, и пропускная способность коллектора.

Размеры выбирали из расчета, что диаметр основной системы шлангов и трубок от коллектора до молокопровода равен $\varnothing 0,015$ м, а используемые диаметры патрубков у зарубежных аналогов достигают $\varnothing 0,018$ - $\varnothing 0,02$ м, поэтому был взят интервал 0,0015 м.

Для проведения опыта использовались 5 трубок разного диаметра. Диаметр трубки варьировался от $\varnothing 0,012$ до $\varnothing 0,018$ м с шагом 0,0015 м (рис. 3.16).



1 - $\varnothing 12$ мм, 2 - $\varnothing 15$ мм; 3 - $\varnothing 18$ мм

Рисунок 3.16 - Примеры используемых трубки

Опыты проводились при вакуумметрическом давлении в системе 50 кПа, время опыта 2 минуты (120 секунд). Использовался штуцер для впуска воздуха в коллектор с диаметром $\varnothing 0,0008$ м. Каждый опыт проводился с пятикратной повторностью. В конце каждой повторности списывались показания с газового счетчика и взвешивалось доильное ведро с заменителем молока. Окончательные показатели рассчитывались по формулам (3.1) и (3.2).

Методика повторения проведения данного опыта :

1 – установка отсасывающей трубки в коллектор $\varnothing 0,012$ м; $\varnothing 0,0135$ м; $\varnothing 0,015$ м; $\varnothing 0,0165$ м; $\varnothing 0,018$ м;

2 - настройка регулятора вакуума на необходимое вакуумметрическое давление в системе 50 кПа.

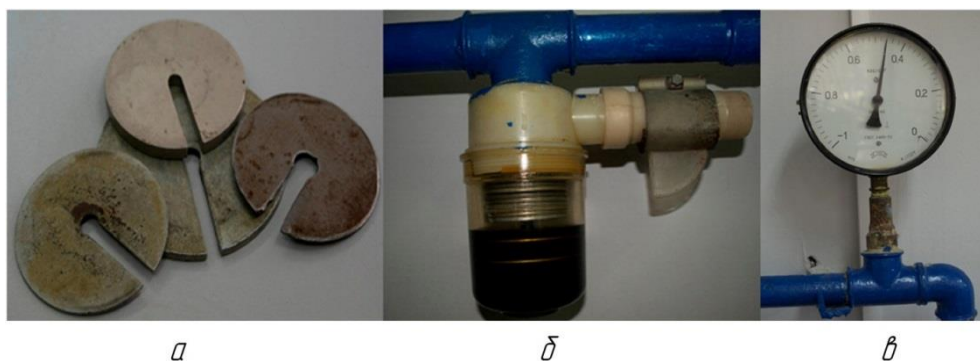
Далее – последовательность, приведенная в разделе 3.2.3.

3.2.6 Методика определения влияния вакуумметрического давления в системе на пропускную способность и расход воздуха коллектора

Вакуумметрическое давление оказывает прямое влияние на пропускную способность коллектора. Чем выше вакуумметрическое давление, тем быстрее происходит извлечение молока из вымени коровы. В тоже время следует учитывать, что высокий вакуум вреден для здоровья вымени коровы, а при низком вакууме будет увеличиваться время доения, что, в свою очередь, ведет к неполному выдаиванию, велика вероятность спадания подвесной части доильного аппарата.

Опыты проводились при вакууме от 42 кПа до 54 кПа с шагом 4 кПа. Диаметр отсасывающей трубки, установленной в коллекторе, $\varnothing 0,015$ мм, диаметр штуцера для впуска воздуха в коллектор - $\varnothing 0,0008$ м. Снимались показания со счетчика газа, взвешивалось доильное ведро. После производился окончательный расчет по формулам (3.1) и (3.2).

Вакуумметрическое давление регулировалось при помощи вакуумного регулятора лабораторной установки путем добавления или удаления пластин, а контролировалось вакуумметром (рис. 3.17).



а – пластины для регулирования вакуума; б – вакуумный регулятор лабораторной установки; в - вакуумметр

Рисунок 3.17 - Вакуумный регулятор лабораторной установки

План проведения опытов:

- 1 – установка отсасывающей трубки $\varnothing 0,015\text{ м}$, штуцера для впуска воздуха в коллектор $\varnothing 0,0008\text{ м}$;
- 2 – настройка регулятора путем добавления и удаления пластин вакуумного регулятора до значений 42 кПа, 46 кПа, 50 кПа, 54 кПа.

Далее опыты проводились по плану, описанному в пункте 3.2.3.

Результаты всех опытов представлены в разделе 3.3 данной главы.

3.2.7 Методика определения колебаний разряжения под сосками вымени коровы при доении

Во время поступления молока в коллектор, особенно в пик интенсивной молокоотдачи, происходит снижение (колебание) разряжения под сосками вымени коровы и в коллекторе, что негативно сказывается на здоровье вымени и процессе доения.

Чтобы измерить колебания разряжения в коллекторе при доении в лабораторных условиях использовался прибор КИ-4840, представленный на рисунке 3.18.



Рисунок 3.18 – Вид лабораторной установки с прибором КИ-4840

Прибор КИ-4840 подключался к молокосборной камере коллектора посредством штуцера. До доения замерялось вакуумметрическое давление в системе, после подключения доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора к вакуумопроводу и начала доения прибор КИ-4840 показывает вакуумметрическое давление в коллекторе (под сосками вымени коровы), разница между показаниями вакуумметра, установленного на вакуумопроводе p_1 , и прибора КИ-4840 p_2 и будет падением разряжения Δp .

$$\Delta p = p_1 - p_2 \quad (3.3)$$

Опыт проводился с пятикратной повторностью, время каждого повторения 2 минуты. После каждой серии менялась интенсивность подачи молока с помощью жиклеров разного диаметра установленных в имитациях сосков стенда «Искусственное вымя» и опыт повторялся. Каждому жиклеру соответствовала определенная подача молока. Более подробно с методикой можно ознакомиться в диссертации В.В. Утолина [107].

Результаты испытаний приведены в разделе 3.3 данной диссертации.

3.2.8 Планирование многофакторного эксперимента

С целью определения совокупного влияния выбранных факторов на пропускную способность доильного аппарата был проведен трехфакторный эксперимент. Критерием оптимизации являлась пропускная способность доильного аппарата. Опираясь на результаты однофакторных экспериментов и конструктивно технологические особенности конструкции исследуемого объекта, были выбраны следующие факторы и их варьирование.

Величина вакуума – 42 кПа, 48 кПа, 54 кПа с интервалом варьирования 6 кПа, основываясь на значениях рабочего вакуумметрического давления доильных установок для двухтактных и трехтактных доильных аппаратов.

Диаметры отсасывающей трубки – $\emptyset 0,012$ м, $\emptyset 0,015$ м, $\emptyset 0,018$ м с интервалом варьирования $0,003$ м, определены исходя из конструкторских особенностей доильного аппарата.

Диаметры штуцеров для впуска воздуха в коллектор – $\emptyset 0,0006$ м, $\emptyset 0,0008$ м, $\emptyset 0,001$ м с интервалом варьирования $0,0002$ м, выбраны с учетом технологических и технических особенностей доильного аппарата и рекомендаций из источников [19,70].

Для построения математической модели зависимости пропускной способности испытуемого коллектора от конструктивно – технологических параметров коллектора, использовалась теория планирования эксперимента.

В качестве функции, аппроксимирующей экспериментальные данные по изучению влияния перечисленных выше факторов на критерии оптимизации может являться полином второго порядка следующего вида [66]:

$$y = b_0 + \sum_1^k b_i \cdot x_i + \sum_{i < j}^k b_{ij} \cdot x_i \cdot x_j + \sum b_{ii} \cdot x_i^2, \quad (3.4)$$

где y – среднее значение отклика (критерий оптимизации);

b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} – коэффициенты уравнения регрессии;

x_i, x_j – независимые переменные (факторы);

k – число независимых переменных.

Для получения математической модели был использован трехуровневый план Бокса-Бенкина. Опыты при реализации плана проводились с пятикратной повторностью. Результаты опытов приведены в таблице 1 приложения Г. Матрица плана и уровни варьирования факторов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Матрица плана и уровни варьирования факторов

Уровень и интервал варьирования	Факторы			Критерии	
	Вакуумметрическое давление p , кПа	Диаметр отверстия в корпусе коллектора $d_0 \times 10^{-3}$, м	Диаметр отсасывающей трубки $d_m \times 10^{-3}$, м	Расход воздуха V , м ³ /ч	Пропускная способность Q , кг/с
	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2
1	2	3	4	5	6
Верхний уровень (+1)	54	1,0	18	–	–
Основной уровень (0)	48	0,8	15	–	–
Нижний уровень (-1)	42	0,6	12	–	–
Интервал варьирования	6	0,2	3	–	–

Для использования уравнения (3.4) в качестве расчетной формулы и интерпретации результатов опытов необходимо его преобразовать к именованным величинам. Дальнейшую обработку производим на ПК в компьютерной программе «Mathematika 10.2» (Приложение Г). Обработка результатов экспериментальных данных программой «Mathematika 10.2» осуществляется с помощью оператора Fit [data, {базисные функции}, {переменные}]. Данный оператор осуществляет приближение методом наименьших квадратов функций, заданных таблично.

В программе (см. Приложение Г) вакуумметрическое давление обозначено переменной X , диаметр отверстия в корпусе коллектора для впуска воздуха обозначен переменной Y , диаметр отсасывающей трубки - Z , а критерии оптимизации обозначены как f_1 .

Дисперсию адекватности определим из соотношения [10]:

$$S_{ад}^2 = \frac{S_{ост}^2 \cdot f_{ост} - S_{воспр}^2 \cdot f_{воспр}}{f_{ад}}, \quad (3.5)$$

где $S_{ад}^2$ – дисперсия адекватности;

$S_{ост}^2$ – остаточная дисперсия;

$S_{воспр}^2$ – дисперсия воспроизводимости;

$f_{ост}, f_{воспр}, f_{ад}$ – число степеней свободы соответственно для остаточной дисперсии, дисперсии воспроизводимости и дисперсии адекватности. Остаточную дисперсию определим по следующей формуле [10]:

$$S_{ост}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\bar{y}_i - \hat{y}_i \right)^2}{N - l}, \quad f_{ост} = N - l \quad (3.6)$$

где l – число коэффициентов уравнения регрессии (3.5); $l = 10$

Дисперсию воспроизводимости определим по нулевым точкам плана эксперимента по следующей формуле [66]:

$$S_{воспр}^2 = S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} \left(y_{0i} - \bar{y}_0 \right)^2}{N_0 - 1}, \quad (3.7)$$

где N_0 – число нулевых точек;

y_{0i} – значение отклика в нулевых точках

3.2.9 Программа и методика сравнительных испытаний

Для определения технико-экономической целесообразности применения разрабатываемого доильного аппарата были проведены сравнительные лабораторные испытания серийно выпускаемого доильного аппарата синхронного

доения АДУ 1-01, АДС - 25 и DeLaval MC11 с разработанным доильным аппаратом с верхним отводом молока из коллектора. В ходе испытания за определяющий фактор была принята пропускная способность доильных аппаратов[49].

Испытания проводились на лабораторной установке, описанной в главе 3 работы (рис. 3.1). Проводили поочередное доение в доильное ведро серийным образцом и разрабатываемым доильным аппаратом. Время каждого опыта регулировалось электронным таймером и составляло 2 минуты. В конце каждого опыта производились замеры надоя безменом. Вакуумметрическое давление в системе менялось от 42 кПа до 54 кПа. В качестве рабочих параметров для разработанного доильного аппарата применялись оптимальные параметры, выявленные в главе 3 данной диссертации.

Результаты сравнительных испытаний приведены в п. 3.3.6.

3.3 Результаты экспериментов

3.3.1 Результаты исследования влияния высоты установки отсасывающей трубки относительно дна молокосборной камеры коллектора на пропускную способность и расход воздуха коллектором

Результаты исследования влияния высоты подъема отсасывающей трубки от дна коллектора на высоту h_m от 0,005 до 0,02 м приведены в виде графиков, представленных в приложении Д.

Как видно из графика, пропускная способность доильного аппарата с увеличением высоты подъема отсасывающей трубки коллектора снижается. Очевидно, поступающий воздух в коллектор с увеличением высоты подъема вызывает сопротивление заходу молока в отсасывающую трубку.

Максимальное значение пропускная способность принимает при высоте $h_m = 0.005$ м. Чтобы оценить характер пропускной способности коллектора до высоты 0,005 м, было решено провести дополнительную серию испытаний с высотой подъема трубки от 0,001 до 0,007 м с шагом 0,001 м и пятикратным

повторением. Результаты исследований (Приложение Д) представлены в виде графических зависимостей на рисунке 3.19.

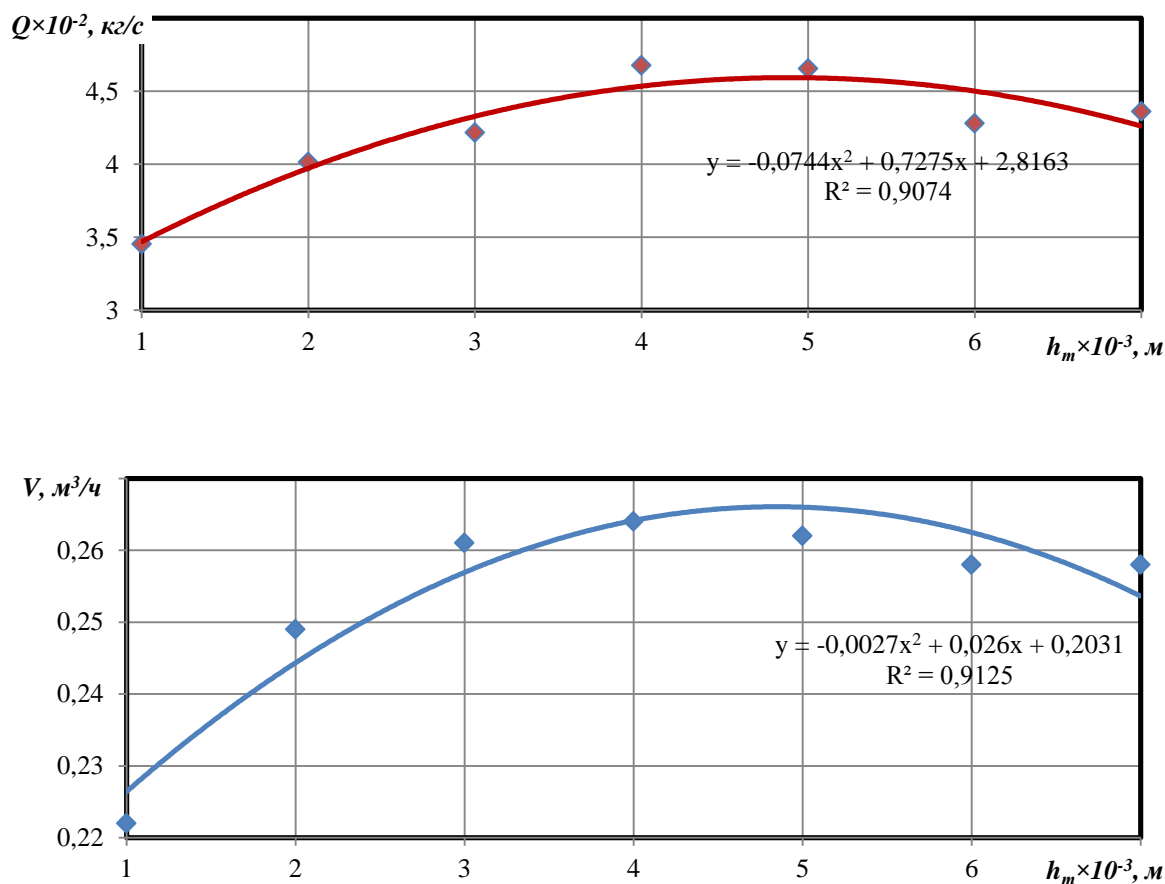


Рисунок 3.19 - Графическая зависимость пропускной способности и расхода воздуха коллектором с высотой подъема трубки от дна молокосорборной камеры коллектора от 0,001 до 0,007 м.

Как видно из графиков, пропускная способность Q кг/с и расход воздуха V м³/ч коллектором принимают свои максимальные значения в диапазоне высот от 0,003 до 0,005 м, однако в точке $h_m = 0,004$ м пропускная способность Q кг/с и расход воздуха V м³/ч достигают максимальных значений. Поэтому, предварительно приняв высоту поднятия трубки от дна коллектора $h_m = 0,004$ м, провели серию испытаний, которые подтвердят или опровергнут данный выбор. Окончательный выбор оптимальных параметров будет сделан на основании оптимизации параметров.

Дополнительные испытания проводились при разном вакуумметрическом давлении 46 кПа, 50 кПа и 54 кПа. Результаты испытаний приведены на рисунке 3.20 (Приложение Д).

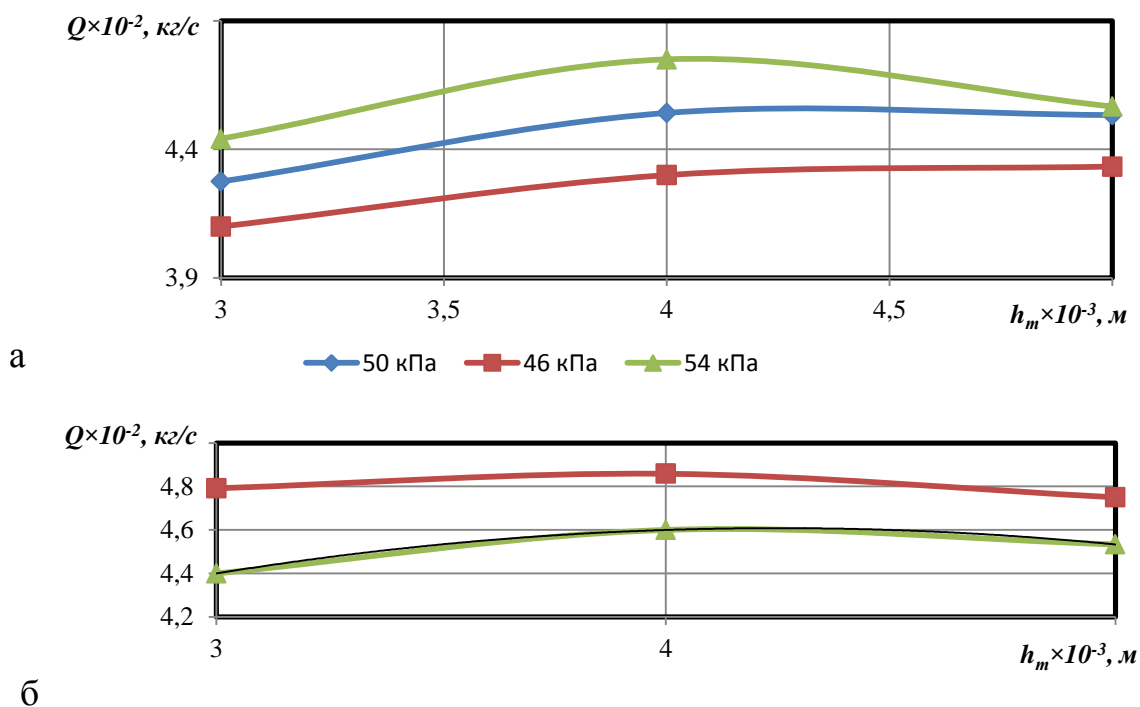


Рисунок 3.20 - Графические зависимости сравнительных испытаний влияния высоты поднятия отсасывающей трубки от дна коллектора:

- а) $h_T = 0,003 \text{ м}, 0,004 \text{ м}$ и $0,005 \text{ м}$ при вакуумметрическом давлении 46 кПа, 50 кПа, 54 кПа;
- б) $h_T = 0,003 \text{ м}, 0,004 \text{ м}$ и $0,005$ при диаметрах отсасывающей трубки 0,012 м, 0,018 м.

Делаем вывод, что пропускная способность коллектора максимальна при значении $h_T = 0,004 \text{ м}$ и разном вакуумметрическом давлении. Принимаем высоту подъема отсасывающей трубки от дна коллектора равную $0,004 \text{ м}$ как оптимальную высоту поднятия трубки. Последующие опыты проводим именно на такой высоте поднятия трубки от дна коллектора.

3.3.2 Результаты исследования влияния подачи воздуха в коллектор на пропускную способность доильного аппарата

В главе 2 данной диссертационной работы сказано, что подача воздуха в коллектор определяет структуру и тип движения молоковоздушной смеси. Это, в свою очередь, влияет на пропускную способность доильного аппарата в целом. Поэтому были проведены исследования влияния подачи воздуха, которая менялась диаметром жиклера, на пропускную способность доильного аппарата. Результаты (Приложении Е) указанных исследований представлены в виде графических зависимостей на рисунке 3.21.

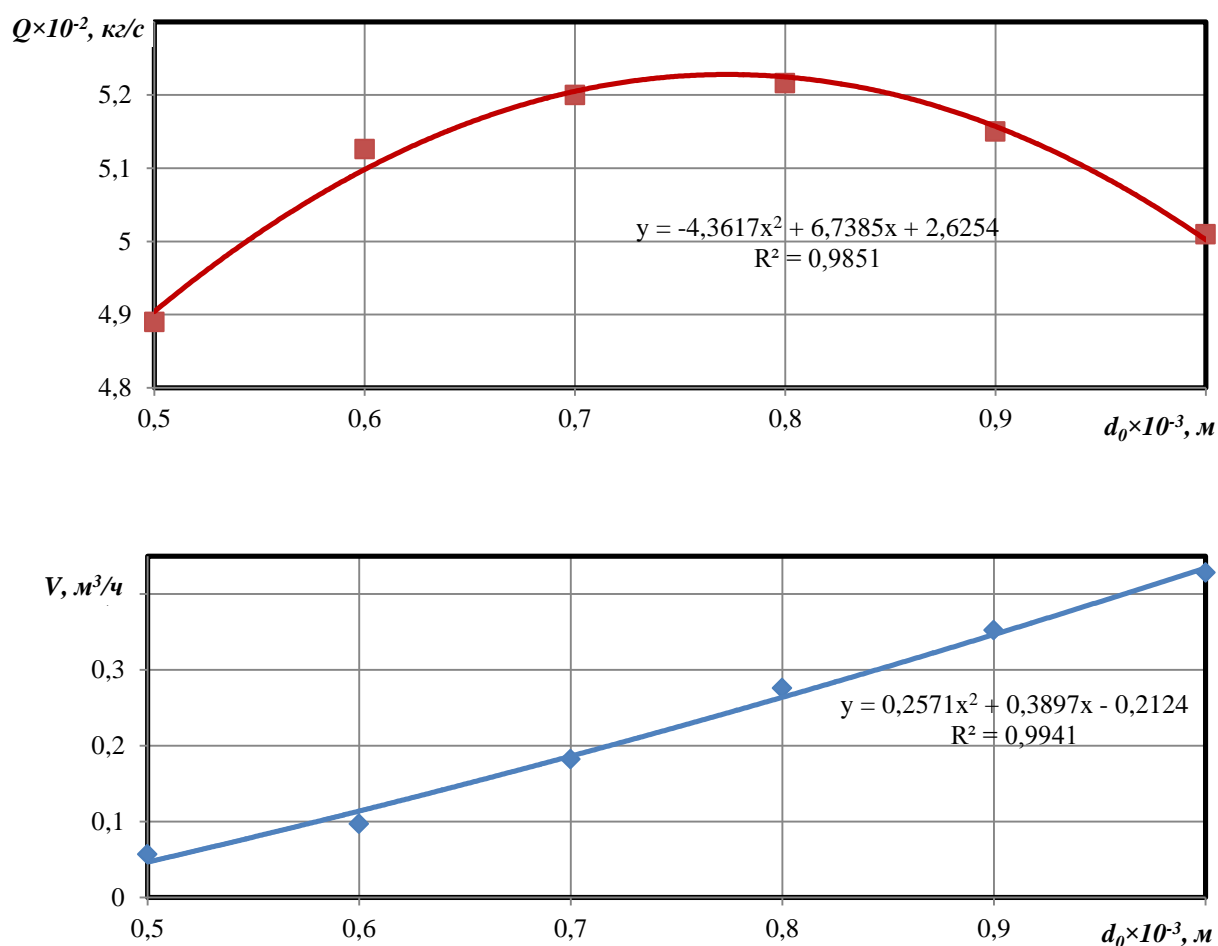


Рисунок 3.21 - Графические зависимости пропускной способности доильного аппарата Q и расхода воздуха V коллектором от диаметра жиклера d_0

Как видно из графиков, с увеличением диаметра отверстия для впуска воздуха в коллектор, растет пропускная способность и расход воздуха. Это обуславливается тем, что количество воздуха, попадающего в коллектор увеличивается, молоковоздушная смесь получается более насыщенной пузырьками воздуха, плотность смеси уменьшается, на поток начинает действовать сила неоднородности плотностей. При уменьшении разряжения и увеличении давления на поверхность молока в молокоборной камере коллектора также будет наблюдаться увеличение пропускной способности, за счет разности давлений в молочном шланге и молокоборной камере.

Можно определить диапазон, при котором наблюдается оптимальная пропускная способность. Это диаметр жиклера от $\varnothing 0,0006$ до $\varnothing 0,0008$ м. Однако при значительном поступлении воздуха в молокоборную камеру коллектора происходит контакт молока с воздухом, а, соответственно, и обсемененность бактериями, что снижает его качество, а также увеличиваются колебания величины вакуума. Можно считать, что оптимальным диаметр трубки для впуска воздуха в коллектор лежит в диапазоне от $\varnothing 0,0006$ до $\varnothing 0,0008$ м.

При этом пропускная способность коллектора по молоку изменяется незначительно, однако наблюдается тенденция повышения пропускной способности $Q = 0,049$ кг/с от жиклера диаметром 0,0005 м и $Q = 0,052$ кг/с с жиклером диаметром 0,0008 м. Далее от $\varnothing 0,0008$ м до $\varnothing 0,001$ м происходит снижение пропускной способности с $Q = 0,052$ до $Q = 0,05$ кг/с. Можно предположить, что происходит перенасыщение молоковоздушной смеси воздухом, что ведет к смене структуры потока и колебанию величины вакуума.

3.3.3 Результаты исследований влияния диаметра отсасывающей трубки на пропускную способность и расход воздуха доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора

Результаты испытаний влияния диаметра отсасывающей трубки на пропускную способность и расход воздуха коллектора доильного аппарата представлены на рисунке 3.22 и в Приложении Ж.

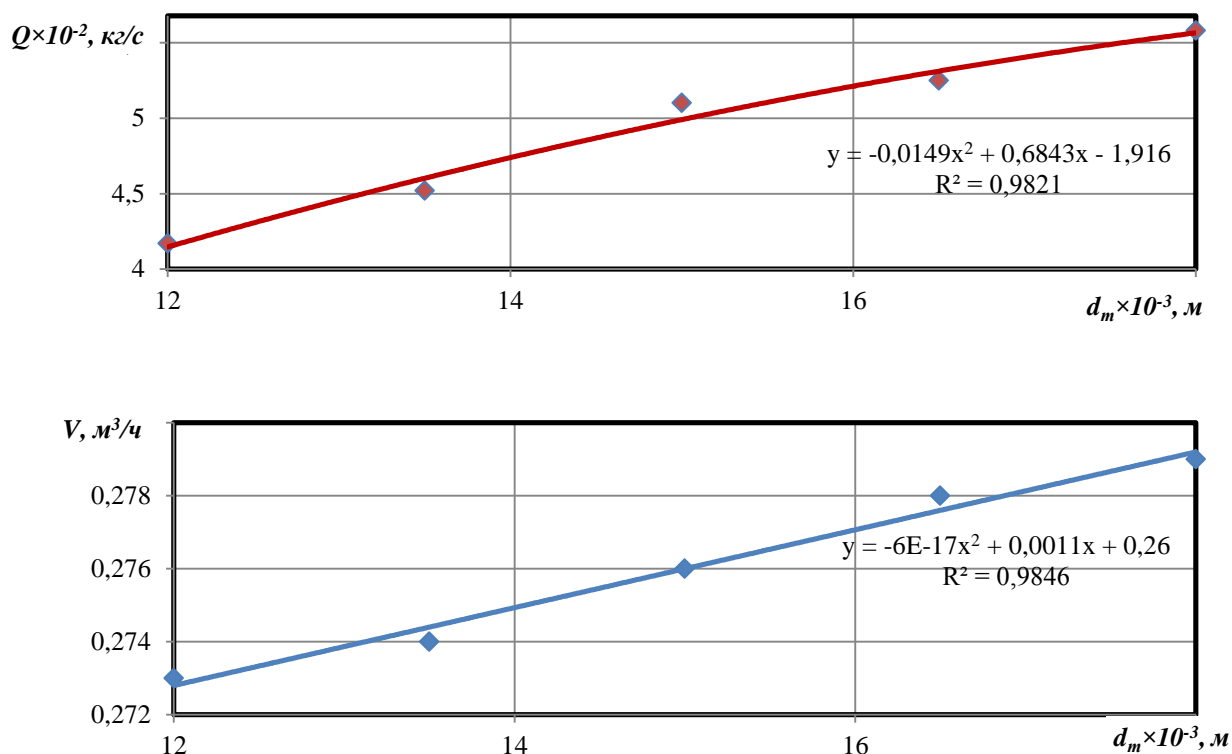


Рисунок 3.22 - Графические зависимости влияния диаметра отсасывающей трубки d_m на пропускную способность доильного аппарата Q и расход воздуха коллектором V доильного аппарата при вакуумметрическом давлении 50 кПа

Анализ графиков показывает, что пропускная способность Q с увеличением диаметра отсасывающей трубки d_m несколько возрастает, также увеличивается потребление коллектором воздуха. Многие исследователи считают [35,58,64,102], что увеличение или уменьшение диаметров молочных патрубков без соответствующего изменения диаметров молочных шлангов не значительно меняют пропускную способность доильного аппарата.

3.3.4 Результаты исследований влияния вакуумметрического давления на пропускную способность и расход воздуха коллектором

Вакуумметрическое давление оказывает прямое влияние на расход воздуха V коллектором доильного аппарата, однако пропускная способность Q коллектора зависит не только от вакуумметрического давления в системе доильной

установки, но и от количества, поступающего в коллектор воздуха. Результаты данного исследования приведены на рисунке 3.23 и Приложении К.

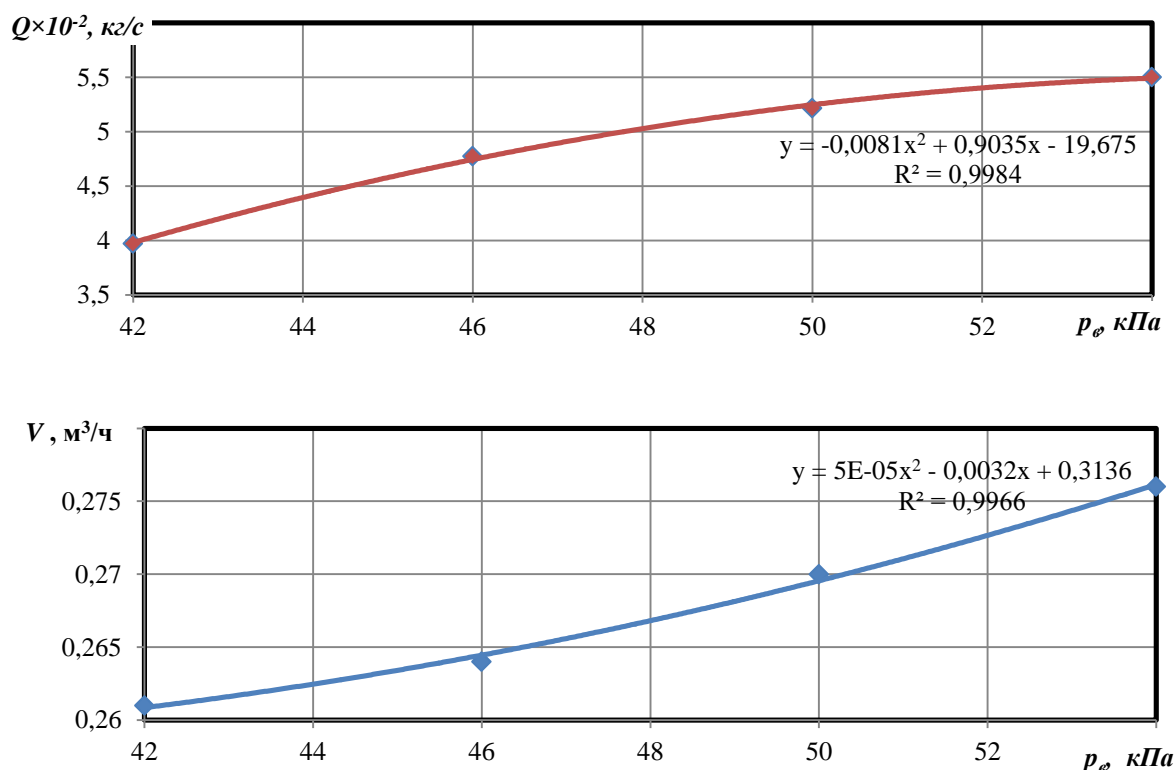


Рисунок 3.23 - Графические зависимости пропускной способности доильного аппарата Q расхода воздуха коллектором V от величины вакуумметрического давления в системе

Анализируя графические зависимости, можно сделать вывод, что происходит рост пропускной способности Q с 0,04 кг/с до 0,053 кг/с при вакуумметрическом давлении p_ϕ от 42 кПа до 50 кПа. Далее рост пропускной способности продолжается, но не так интенсивно. При $p_\phi = 50$ кПа $Q = 0,053$ кг/с, а при $p_\phi = 54$ кПа $Q = 0,055$ кг/с. Это связано со стабилизацией вакуумметрических режимов, и стабилизации потока молоковоздушной смеси с пузырьковой структурой течения. Дальнейшее увеличение вакуумметрического давления в системе не целесообразно, так как большинство современных доильных установок работает в диапазоне от 42 кПа до 50 кПа.

С увеличением вакуума одновременно расход воздуха возрастает, что меняет режим течения смеси и повышает обсемененность молока бактериями.

3.3.5 Результаты исследований по определению колебаний вакуума под сосками вымени коровы при доении

Ниже представлена графическая зависимость, построенная по результатам испытаний доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора нахождение колебаний вакуума под сосками вымени коровы при доении (Приложение Л) [53,58].

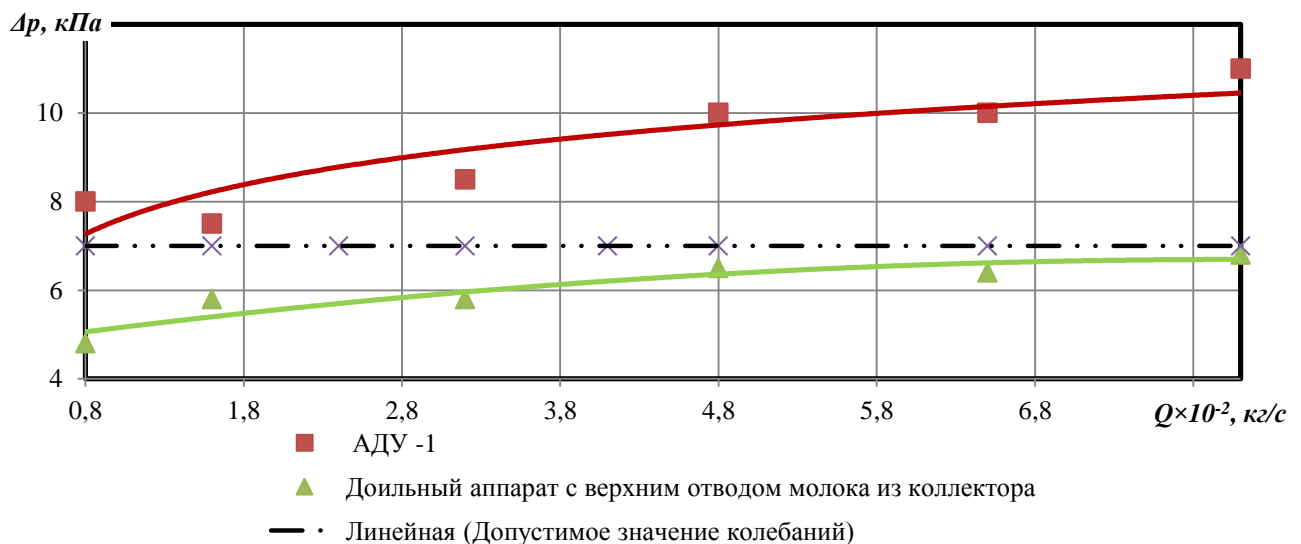


Рисунок 3.24 – Графические зависимости колебания разряжения под сосками вымени коровы при различной пропускной способности по молоку

Анализируя графическую зависимость падения разряжения от подачи молока в коллектор, можно сделать вывод, что колебания вакуума при доении доильным аппаратом с верхним отводом молока из коллектора ниже колебаний серийно выпускаемых доильных аппаратов в среднем на 20 %, что положительно сказывается на процессе доения и здоровье коровы.

3.3.6 Результаты исследований многофакторного эксперимента

Таблица 3.2 – Матрица плана и уровни варьирования факторов

Уровень и интервал варьирования	Факторы			Критерии	
	Вакуумметрическое давление p , кПа	Диаметр отверстия в корпусе коллектора $d_0 \times 10^{-3}$, м	Диаметр отсасывающей трубки $d_m \times 10^{-3}$, м	Расход воздуха V , м ³ /ч	Пропускная способность $Q/60$, кг/с
	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2
1	2	3	4	5	6
Верхний уровень (+1)	54	1,0	18	–	–
Основной уровень (0)	48	0,8	15	–	–
Нижний уровень (-1)	42	0,6	12	–	–
Интервал варьирования	6	0,2	3	–	–
1	-	-	0	0,075	2,439
2	-	0	-	0,258	2,129
3	-	0	+	0,264	2,213
4	-	+	0	0,462	2,307
5	0	-	-	0,045	2,328
6	0	-	+	0,075	2,471
7	0	+	-	0,474	2,378
8	0	+	+	0,468	2,300
9	+	-	0	0,084	3,016
10	+	0	-	0,282	2,796

11	+	0	+	0,276	2,5758
1	2	3	4	5	6
12	+	+	0	0,480	2,862
13	0	0	0	0,276	2,784
14	0	0	0	0,306	2,770
15	0	0	0	0,270	2,783

В результате обработки данных на ПК получены следующие модели регрессии:

- для определения расхода воздуха коллектора V , м³/ч

$$\begin{aligned}
 V = & -1,36338 + 0,00797917 p - 0,0000590278 p^2 + 1,40313 d_0 + \\
 & 0,001875 p d_0 - 0,165625 d_0^2 + 0,0605833 d_m - 0,000166667 p d_m - \\
 & 0,015 d_0 d_m - 0,00131944 d_m^2
 \end{aligned} \quad (3.8)$$

- для определения пропускной способности коллектора Q , кг/мин

$$\begin{aligned}
 Q = & -14.9232 + 0.197146 p - 0.000886111 p^2 + 4.99088 d_0 - \\
 & 0.00458333 p d_0 - 2.2775 d_0^2 + 1.33567 d_m - 0.004225 p d_m - \\
 & 0.0920833 d_0 d_m - 0.0354056 d_m^2
 \end{aligned} \quad (3.9)$$

Осуществим проверку адекватности полученной математической модели экспериментальным данным. Составим для этого вспомогательную таблицу (см. Приложение Г, табл. 2).

Остаточная дисперсия:

$$S_{ост}^2 = \frac{0,001018}{15-10} = 0,0002 \qquad S_{ост}^2 = \frac{0,009893}{15-10} = 0,0020$$

Подставляя числовые значения параметров в формулу (3.6), получим дисперсию воспроизводимости:

$$S_y^2 = \frac{(0,008+0,022+0,014)^2}{3-1} = 0,001 \quad \text{и} \quad S_y^2 = \frac{(0,005+0,009+0,004)^2}{3-1} = 0,0002$$

Определим дисперсию адекватности:

$$S_{ad}^2 = \frac{0,0002 \cdot 5 - 0,001 \cdot 2}{3} = 0,00033 \quad \text{и} \quad S_{ad}^2 = \frac{0,002 \cdot 5 - 0,0002 \cdot 2}{3} = 0,0032$$

Находим экспериментальное значение критерия Фишера по формуле [10,66]:

$$F_{on} = \frac{S_{ad}^2}{S_{воспр}^2} = \frac{0,00033}{0,001} = 0,33 \quad \text{и} \quad F_{on} = \frac{S_{ad}^2}{S_{воспр}^2} = \frac{0,0032}{0,0002} = 16$$

Табличное значение критерия Фишера при уровне значимости 0,05 и числе степеней свободы $f_1 = f_{ad} = 3$ и $f_2 = f_{воспр} = 2$ равно 19,16. Так как $F_{on} < F_{табл}$ ($0,33 < 19,16$ и $16 < 19,16$), то можно сделать заключение об адекватности полученных уравнений экспериментальным данным.

Полученные математические модели позволяют определить расход воздуха и пропускную способность коллектора экспериментального доильного аппарата в пределах выбранных интервалов варьирования уровней факторов эксперимента.

В результате проведения многофакторного эксперимента и обработки полученных результатов были построены поверхности отклика, часть которых представлена на рисунках 3.25 – 3.27. Остальные поверхности отклика вынесены в Приложение М.

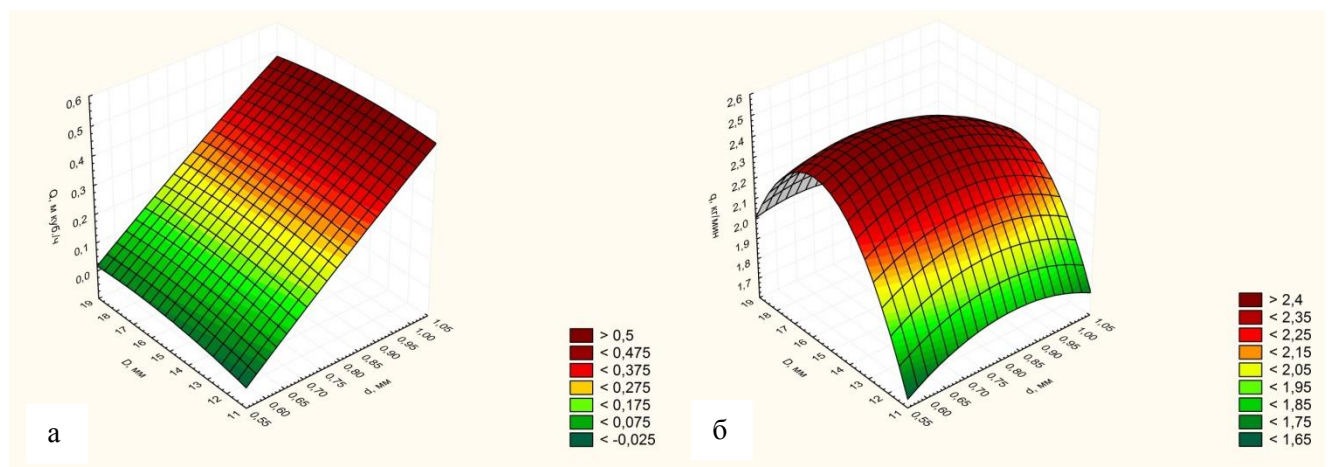


Рисунок 3.25 – Поверхности отклика, характеризующие зависимость расхода воздуха (а) и пропускной способности коллектора (б) от диаметра

отверстия в корпусе коллектора и диаметра отсасывающей трубки при вакуумметрическом давлении 42 кПа

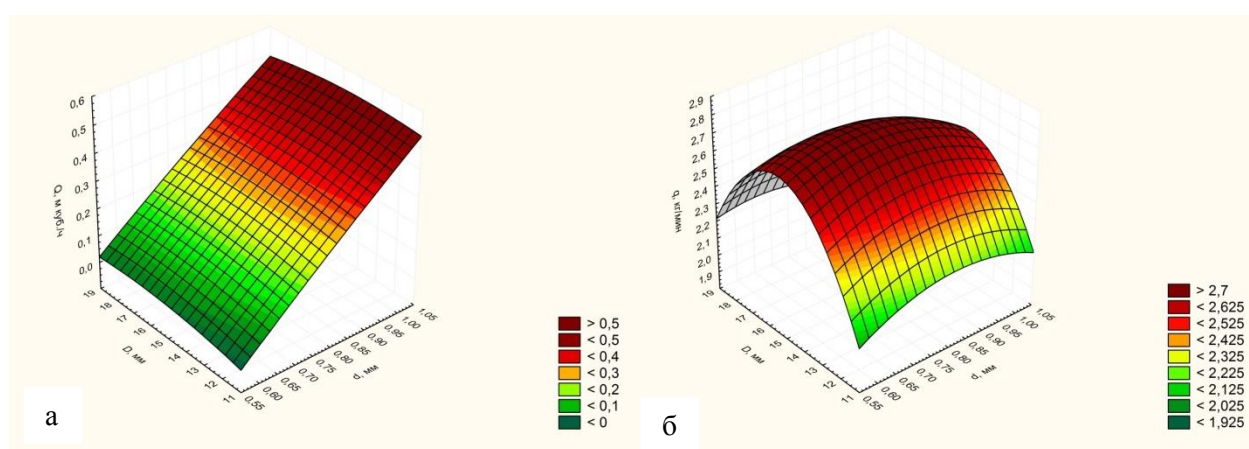


Рисунок 3.26 – Поверхности отклика, характеризующие зависимость расхода воздуха (а) и пропускной способности (б) коллектора от диаметра отверстия в корпусе коллектора и диаметра отсасывающей трубки при вакуумметрическом давлении 48 кПа

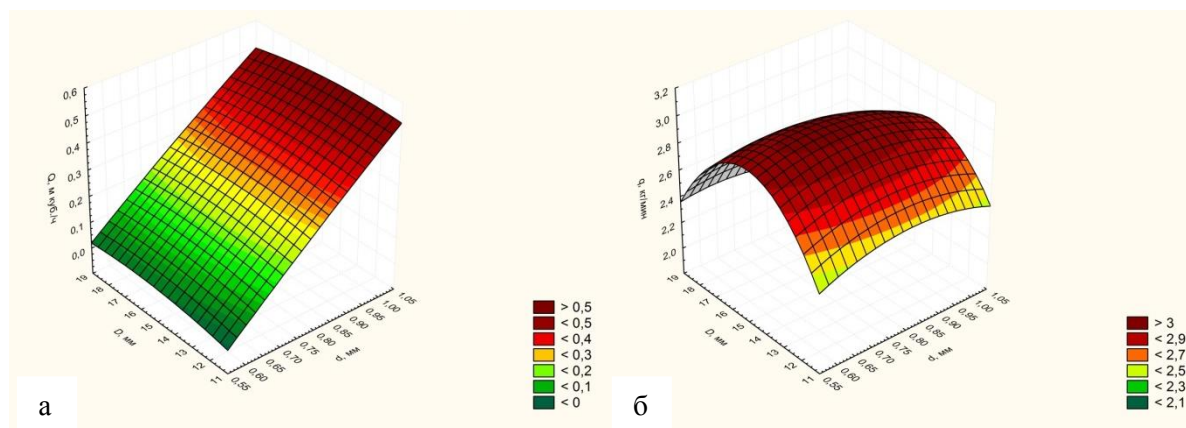


Рисунок 3.27 – Поверхности отклика, характеризующие зависимость расхода воздуха (а) и пропускной способности коллектора (б) от диаметра отверстия в корпусе коллектора и диаметра отсасывающей трубки при вакуумметрическом давлении 54 кПа

В результате анализа графических зависимостей, представленных на рисунках 3.25 – 3.27 и в приложении М, а также пошаговой обработки полученных данных, можно определить рациональные параметры коллектора предлагаемого доильного аппарата. Оптимальный диаметр d_m отсасывающей

трубки лежит в пределах от $\varnothing 0,015$ до $\varnothing 0,016$ м, так как при большем диаметре увеличивается и расход воздуха коллектором, что негативно сказывается на структуре потока молока и его качестве. Диаметр отверстия для впуска воздуха в коллектор будет рациональным в интервале от $\varnothing 0,0007$ до $\varnothing 0,0008$ м при вакуумметрическом давлении в системе находящемся в интервале от 48 до 50 кПа, а также при высоте установки отсасывающей трубки относительно дна молокоборной камеры коллектора $h_m = 0,004$ м.

3.3.7 Результаты сравнительных испытаний доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора

По результатам испытаний (Приложение Н) проведенных по методике описанной выше, были построены графики зависимости пропускной способности доильных аппаратов от величины вакуумметрического давления (рис. 3.28) (Приложение Н).

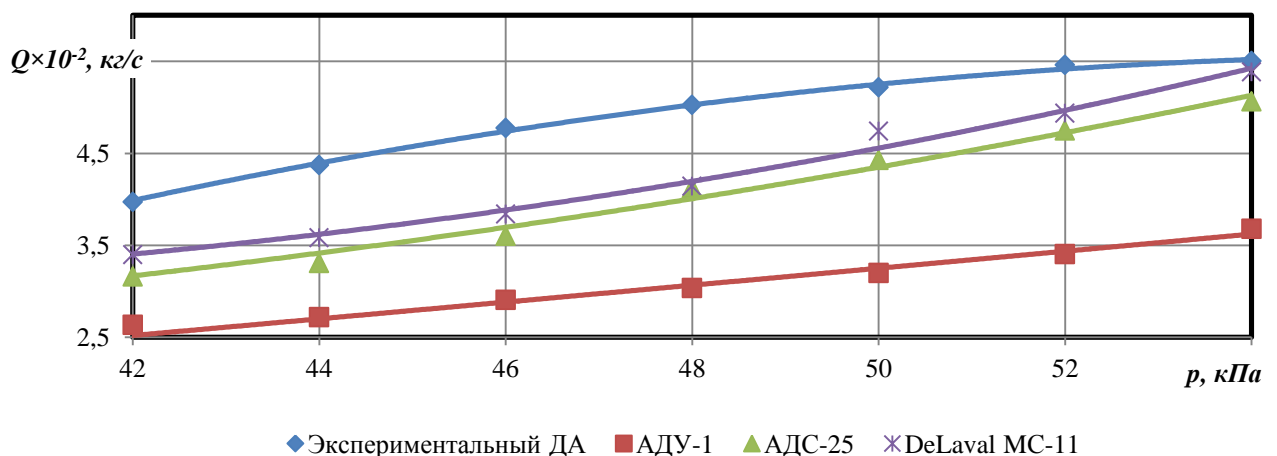


Рисунок 3.28 - Результаты сравнительных испытаний

Сопоставляя полученные данные, можно сделать вывод, что разработанный доильный аппарат при равных условиях значительно выигрывает по пропускной способности у серийно выпускаемых доильных аппаратов. Так при вакуумметрическом давлении 48...50 кПа его пропускная способность составляет

5,02...5,21 кг/с, что на 17...9% соответственно больше чем у DeLaval MC-11 и АДС-25.

3.4 Результаты сходимости теоретических и лабораторных исследований

Для построения теоретической зависимости расхода воздуха от диаметра отверстия для впуска воздуха в коллектор в выражение (2.30) подставляли значения входящих величин (Приложение П) [78].

Для проверки сходимости исследований (рис. 3.29) представлены теоретическая и экспериментальная зависимость расхода воздуха коллектором от диаметра отверстия для впуска воздуха в коллектор, а также результаты исследований других ученых, приведенные в литературных источниках [19,70], характеристик коллекторов доильных аппаратов третья кривая на графике.

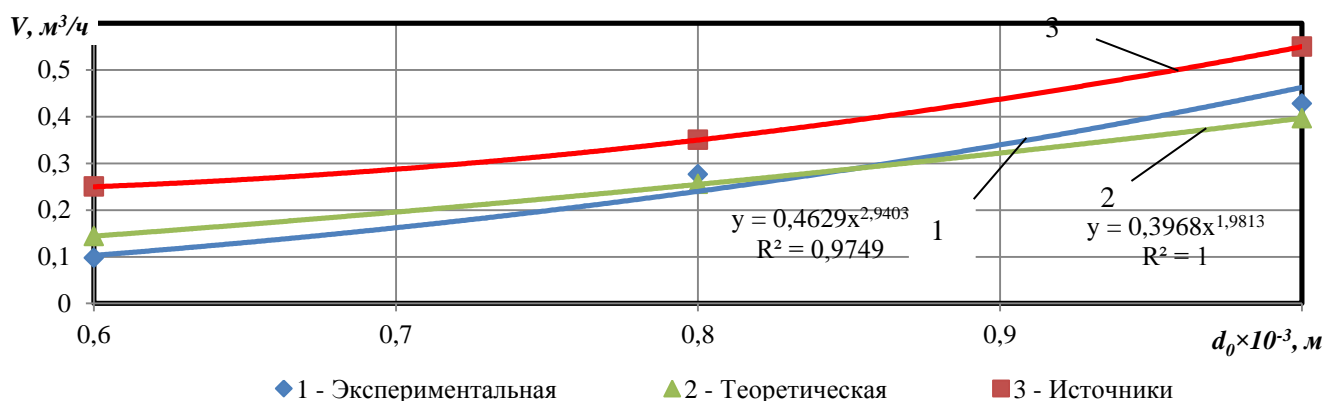


Рисунок 3.29 – Сравнительные графики расхода воздуха коллектором, от диаметра отверстия для впуска воздуха

На основании представленных зависимостей на рисунке 3.28 можно сделать вывод, что сходимость результатов исследований достаточно высокая, в среднем отклонение составляет не более 8%. Поэтому аналитические формулы могут быть использованы для нахождения конструктивно-режимных параметров доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора.

Для построения теоретической зависимости пропускной способности коллектора доильного аппарата от диаметра отсасывающей трубки в выражение (2.46) подставляли значения входящих в него величин (Приложение П).

Однако для более точного аналитического описания в формулу (2.46) вводим эмпирический поправочный коэффициент k_1 , который имеет нелинейный характер и учитывает неучтенные гидравлические потери:

$$k_1 = 0,6 \cdot \frac{h_m}{d_m} \quad (3.10)$$

где h_m – высота подъема отсасывающей трубки от дна коллектора, м;

d_m – диаметр отсасывающей трубки, м.

Зависимость поправочного коэффициента k_1 представлена на рисунке 3.30

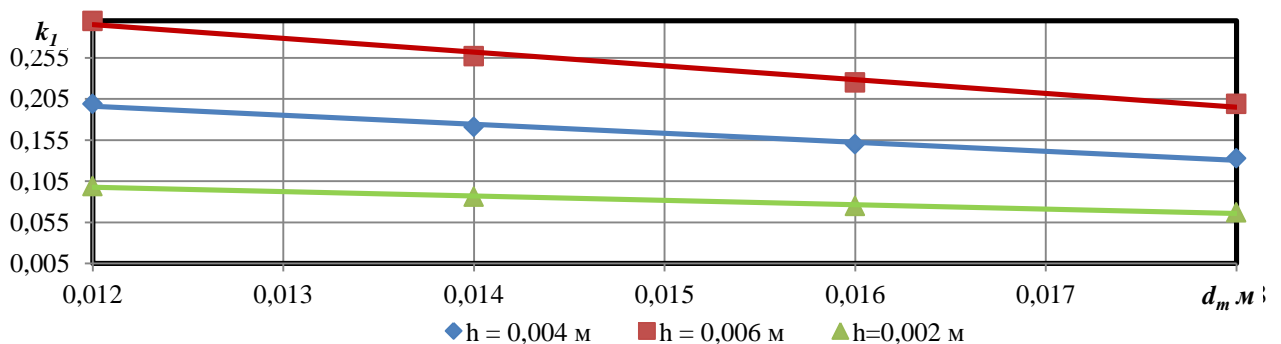


Рисунок 3.30 – Значение коэффициента k_1

Значение коэффициента необходимо брать исходя из графической зависимости, представленной на рисунке 3.30, исходя из высоты подъема отсасывающей трубки относительно дна коллектора и диаметра отсасывающей трубки.

Для проверки сходимости исследований представлены теоретическая и экспериментальная зависимость пропускной способности коллектора от диаметра отсасывающей трубки (рис. 3.31).

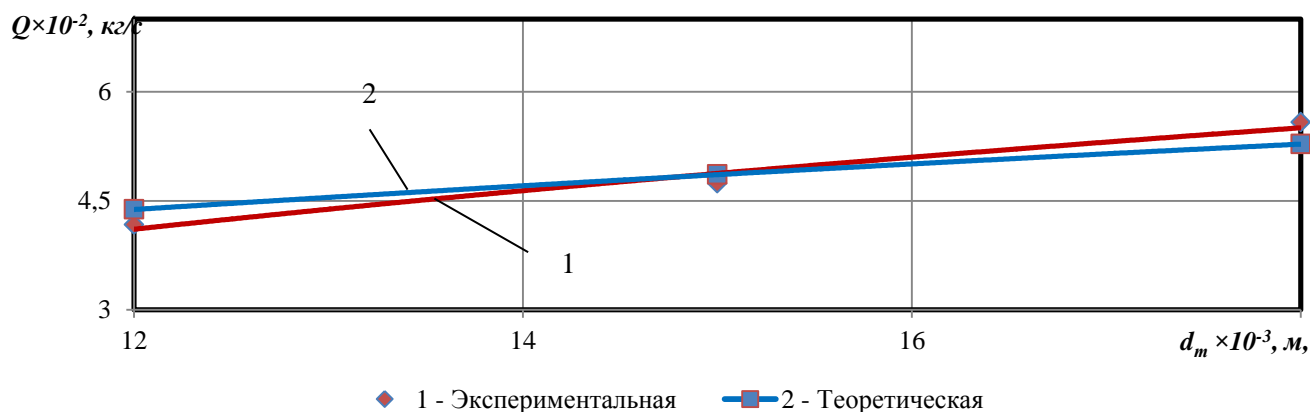


Рисунок 3.31 – Сравнительные графики пропускной способности коллектора от диаметра отсасывающей трубки

Анализ графических зависимостей показывает, что в диапазоне рабочих диаметров отсасывающей трубки от 0,015 до 0,016 м сходимость результатов достаточная, отклонение составляет 2%, а при диаметрах трубки 0,012 м и 0,018 м не более 5 %.

ВЫВОДЫ

На основании проведенных экспериментальных исследований доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора можно сделать следующие выводы:

1. Установлено, что высота подъема отсасывающей трубки существенно влияет на пропускную способность коллектора и на количество молока, остающегося в коллекторе после доения. Увеличение высоты поднятия отсасывающей трубки от дна молокоборной камеры коллектора до 0,004 м ведет к повышению пропускной способности коллектора и расхода воздуха. Дальнейший подъем отсасывающей трубки несколько уменьшает пропускную способность доильного аппарата и увеличивает расход воздуха.

2. Увеличение диаметра отверстия для впуска воздуха в коллектор повышает расход воздуха коллектором, при этом изменяется пропускная способность. Так, при диаметрах отверстий 0,006, 0,008, 0,01 м и при вакуумметрическом давлении 50 кПа расход воздуха составляет 0,097, 0,276,

0,428 м³/ч соответственно. Пропускная способность доильного аппарата при диаметре жиклера 0,0006 м и 0,0008 м соответственно равна $Q = 0,051$ кг/с и $Q = 0,052$ кг/с, а при диаметре жиклера 0,001 м она снижается до $Q = 0,049$ кг/с.

Увеличение диаметра отсасывающей трубки повышает расход воздуха коллектором и пропускную способность доильного аппарата. Так, при диаметре отсасывающей трубки 0,012, 0,0135, 0,015, 0,0165 и 0,018 м этот показатель варьируется от 0,042 кг/с до 0,056 кг/с, расход воздуха составляет соответственно 0,273 м³/ч до 0,279 м³/ч.

3. При увеличении рабочего вакуумметрического давления повышается пропускная способность аппарата и расход воздуха коллектором. Так, при вакуумметрическом давлении $P = 42, 46, 50, 54$ кПа пропускная способность доильного аппарата составляет $Q = 0,039, 0,048, 0,052, 0,056$ кг/с, а расход воздуха $V = 0,261, 0,264, 0,27, 0,28$ м³/ч соответственно.

4. Анализ графических зависимостей колебания разрежения под сосками вымени коровы при разной подаче молока показал, что колебание вакуума на всем диапазоне подачи молока от 0,5 до 5 л/мин у доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора ниже на 30 %, чем у серийно выпускаемого доильных аппаратов, и составляет 6,8 кПа, тогда как у серийного - 9,1 кПа при рекомендуемом (допустимом) значении колебаний вакуума 7 кПа.

5. Анализ графических зависимостей результатов многофакторного эксперимента позволяет определить рациональные параметры коллектора доильного аппарата. Диаметр d_m отсасывающей трубки равен 0,015 м при высоте ее подъема относительно дна коллектора 0,004 м, диаметр отверстия для впуска воздуха 0,0006...0,0008 м, при вакуумметрическом давлении в пределах от 48 до 50 кПа.

6. Сравнительные испытания серийно выпускаемых доильных аппаратов и экспериментального с рациональными параметрами выявили, что доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора превосходит серийные доильные аппараты по пропускной способности на всем интервале

рабочего вакуумметрического давления. Так, при величине вакуума 48 кПа пропускные способности составили: экспериментальный доильный аппарат – 0,05 кг/с, АДУ-1 - 0,03 кг/с, АДС–25 – 0,0412 кг/с, DeLaval MC11 – 0,0414 кг/с.

4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТАННОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

4.1 Программа и методика экспериментальных исследований разработанного доильного аппарата в условиях молочной фермы

Испытания доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора проводились в условиях крестьянского (фермерского) хозяйства, главой которого является Сконников И. Ю. Ряжского района Рязанской области в период с 15 августа 2016 года по 13 сентября 2016 года, на двух группах-аналогах коров черно-пестрой породы массой $550 \pm 5\%$, на 2-3 периоде лактации, со средним годовым удоем 6155 кг за предыдущую лактацию. Экспериментальные исследования включают в себя подготовительный период (5 дней), испытания (20 дней) и заключительный этап (5 дней) (рис. 4.1).



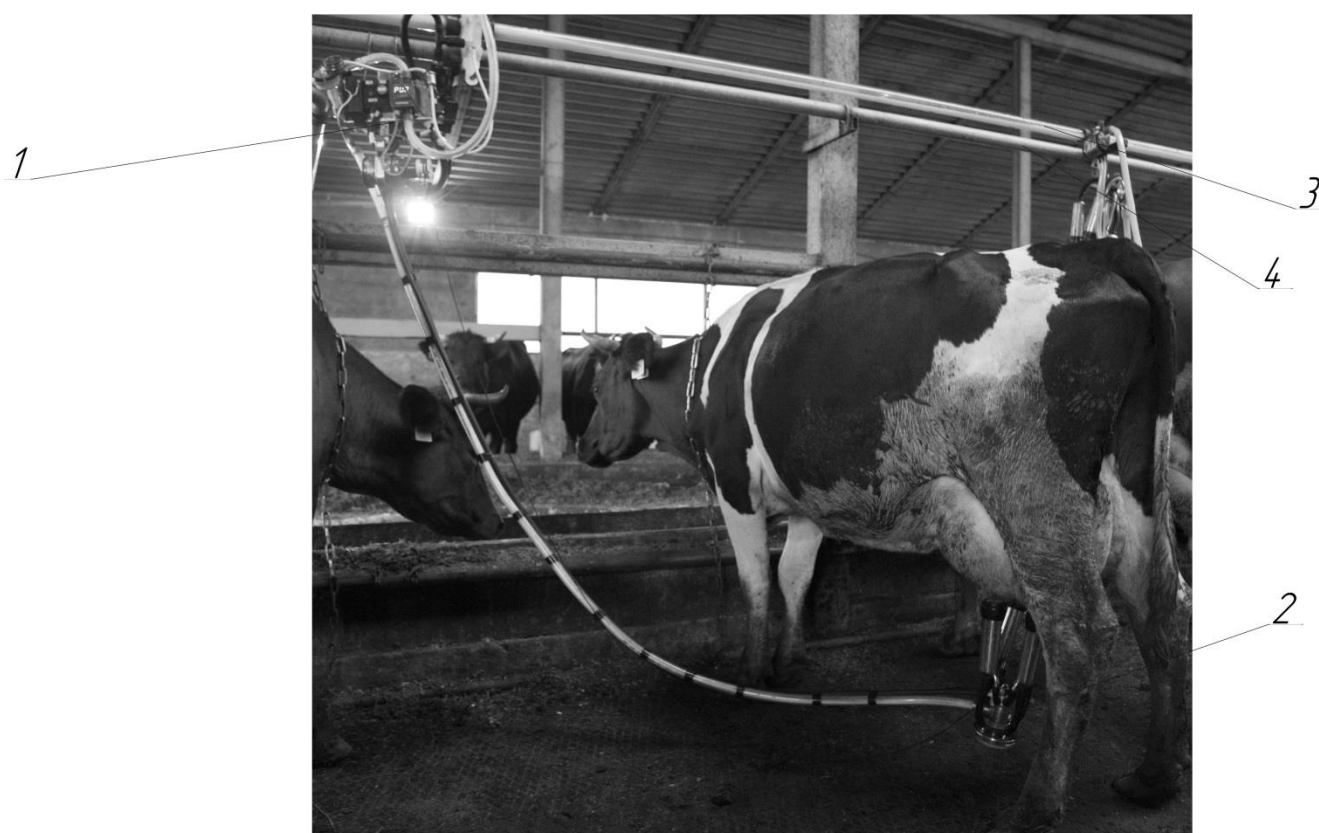
Рисунок 4.1 – Общий вид коровника, в котором проводились производственные испытания

Задача экспериментальных исследований состояла в проверке разработанного доильного аппарата, выявлении эффективности или недостатков его использования.

Для проведения экспериментальных исследований в условиях КФХ были изготовлены доильные аппараты с рациональными параметрами, выявленными в результате лабораторных испытаний.

При проведении экспериментальных исследований встала необходимость учета удоя и интенсивности молокоотдачи для каждой коровы группы. Учитывая, что доение производилось в молокопровод, было решено использовать модуль управления доением от автоматизированного аппарата совместно с доильным аппаратом с верхним отводом молока из коллектора (Приложение Р). Модуль управления доением представлен на рисунке 4.2.

На рисунке 4.2 показан общий вид фрагмента доильной установки для проведения экспериментальных исследований.

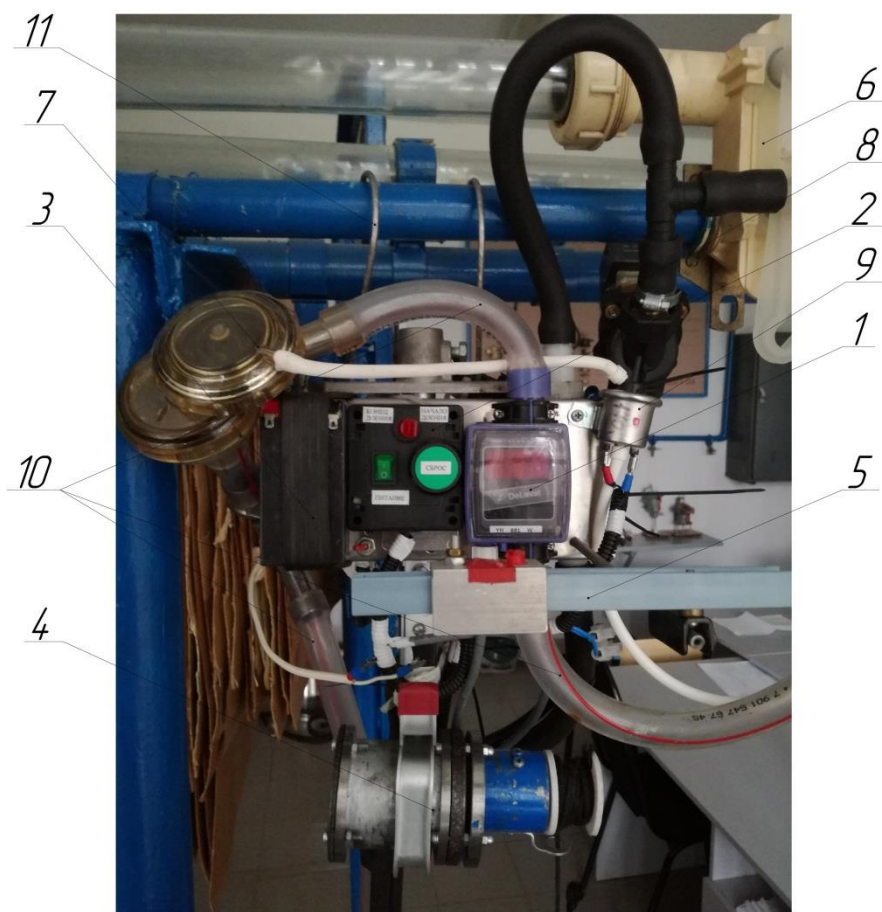


1 – модуль управления доением; 2 – испытуемый доильный аппарат; 3 – молокопровод; 4 - вакуумопровод

Рисунок 4.2 – Фрагмент установки для проведения экспериментальных исследований.

На рисунке 4.3 представлен модуль управления доением, состоящий из счетчика индикатора 1, пульта управления 2, аккумуляторной батареи 3, устройства для снятия доильного аппарата 4, кронштейна для крепления видеорегистратора для отслеживания времени доения 5, молочно-вакуумного

крана со шлангами 6, мембранного вакуумно-молочного клапана 7, электромагнитного клапана 8, клапана 9, молочных шлангов 10, скобы для подвешивания 11.



1- счетчик молока с индикацией; 2 – пульт управления модулем; 3 – источник питания; 4 – устройство для снятия доильного аппарата; 5 – кронштейн; 6 – молочно-вакуумный кран со шлангами; 7 – мембранный вакуумно-молочный клапан; 8 – электромагнитный клапан; 9 – клапан; 10 – молочные шланги; 11 – скоба.

Рисунок 4.3 – Общий вид модуля управления доением

Модуль управления доением в автоматическом режиме считает количество молока и молокоотдачу от каждой коровы, а с помощью видеорегистрации дополнительно засекалось время доения в целях определения количества молока выдоенного за единицу времени. Доение проводилось 2 раза в сутки: утром в 6:00

и вечером в 18:00. Результаты доек контрольных групп коров заносились в журналы.

Программа испытаний предусматривала проведение сравнительных испытаний с выявлением следующих показателей:

- 1 – общее количество молока от группы за дойку;
- 2 – продолжительность доения;
- 3 – разовый средний удой на корову;
- 4 – общая продолжительность доения коровы;
- 5 – интенсивность молокоотдачи;

Контрольную группу доили доильными аппаратами АДС-25, используемыми в хозяйстве, в молокопровод по стандартной технологии.

Аналогично проводилось доение опытной группы разработанными доильными аппаратами с верхним отводом молока из коллектора с модулем управления доением (рис. 4.4).

Все операции машинного доения, в том числе, подготовка вымени коровы (массаж, подмывание), надевание доильных стаканов и другие, выполнялись согласно правилам машинного доения коров [19].

Проверку вымени коров на заболевание маститом проводили во время контрольных доек в начале, середине и конце периода эксперимента.

4.2 Результаты экспериментальных исследований разработанного доильного аппарата в условиях КФХ Сконников И.Ю.

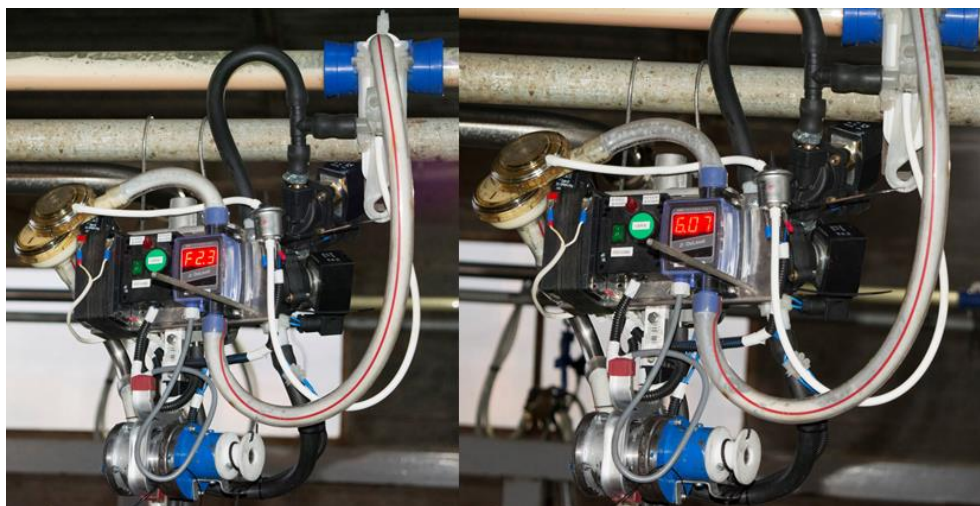
Фрагменты доильной установки с испытуемым доильным аппаратом представлены на рисунках 4.4 - 4.6.



Рисунок 4.4 - Общий вид доильной установки с испытуемым доильным аппаратом во время доения



Рисунок 4.5 - Общий вид разработанного доильного аппарата во время доения



а

б

а - интенсивность молокоотдачи; б - удой

Рисунок 4.6 – Режимы работы электронного счетчика молока

Результаты испытаний сведены в таблицу 4.1

Таблица 4.1 – Результаты экспериментальных исследований доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора в условиях молочной фермы.

Показатели	Серийно выпускаемый доильный аппарат	Разработанный доильный аппарат	Разница, %
Количество коров в группе, гол	16	16	-
Количество молока от группы за дойку, кг	163,2	170,7	4,6
Продолжительность доения группы, ч	0,44	0,38	-14
Разовый средний удой на корову, кг	10,2	10,7	4,6
Общая продолжительность доения коровы, мин	5	4,25	-15
Интенсивность молоковыведения, л/мин	2,04	2,52	23,5
Количество доильных аппаратов, шт.	3	3	-

Из таблицы 4.1 видно, что время доения одной коровы экспериментальным доильным аппаратом с верхним отводом молока из коллектора меньше времени доения серийным доильным аппаратом. Это существенно сказывается на времени доения всей группы (стада) что в свою очередь, способствует снижению затрат на электроэнергию.

Проверка степени полноты выдаивания после снятия доильного аппарата путем ручного додая показала, что коровы выдаиваются полностью. Ручной додой составлял 70 – 120 г.

Коровы спокойно переносили доение экспериментальным доильным аппаратом, патологических изменений вымени в ходе исследований не выявлено.

Случаев заболевания маститом при использовании экспериментального доильного аппарата также не наблюдалось.

4.3 Внедрение результатов исследований

По результатам диссертационных исследований опубликовано 11 научных работ и получен 1 патент РФ на изобретение. На основании конструктивно-технологической схемы и патента РФ № 2565276 (Приложение А) на кафедре «Технические системы в АПК» Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева были изготовлены опытно-производственные образцы доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора.

Был получен акт внедрения (Приложение В) стенда «Искусственное вымя» для проведения лабораторных испытаний доильного оборудования.

Проведенные испытания экспериментального доильного аппарата в лабораторных условиях с использованием стенда «Искусственное вымя» подтвердили его работоспособность. Доильный аппарат позволяет обеспечить полное и быстрое извлечение молока при стабильности вакуумных режимов под сосками вымени коровы [77,79,80].

Экспериментальные исследования доения с использованием опытно-производственных доильных аппаратов с коллектором с верхним отводом молока, была положительно испытана на молочной ферме КФХ Сконников И.Ю. Рязского района Рязанской области.

По результатам проведенных экспериментальных исследований можно сделать вывод о том, что при применении разработанного доильного аппарата увеличилась скорость доения в связи с увеличением его пропускной способности, что, в свою очередь, положительно сказывается на общем удое у коров.

По результатам экспериментальных исследований в условиях КФХ Сконников И.Ю. были составлены акты, представленные в приложениях С и Т.

4.4 Экономический эффект от использования разрабатываемого доильного аппарата

Экономическая эффективность от применения разработанного доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора на линейных доильных установках определяется на основании результатов исследований, полученных на производственных испытаниях, по данным КФХ Сконников И. А. за период с 15 августа 2016 года по 13 сентября 2016 года, а также справочным материалам [31,55,63,65,67,69,94].

Основной экономический эффект происходит за счет увеличения пропускной способности доильного аппарата с верхней эвакуацией молока из коллектора и, как следствие, уменьшения времени доения всего стада. Расчет экономической эффективности использования доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора проводится без учета модуля управления доением, так как он был необходим только для учета удоя и интенсивности молокоотдачи. Из-за стабилизации вакуумных режимов под сосками вымени коровы уменьшается риск заболеваемости маститами, предотвращается эффект «схлопывания», что, в свою очередь, исключает наполнение доильных стаканов на вымя коровы, увеличивается выдоенность коров.

Экономический эффект представим в виде сравнительной таблицы. Рассматриваться будут следующие доильные аппараты: АДС-25 серийно выпускаемый доильный аппарат; доильный аппарат попарного доения с верхней эвакуацией молока из коллектора DeLaval MC 53 – аналог предлагаемого доильного аппарата; экспериментальный доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора.

Балансовая стоимость доильной установки определяется по следующей формуле:

$$БС = Ц \cdot E \quad (4.1)$$

где Ц – цена машины согласно каталогу, руб.;

E - коэффициент, учитывающий затраты на монтаж, транспортировку и снабженческие работы, принимаем $E = 1,3$.

Согласно каталогам [46] (Приложение У) цена серийной установки стандартной комплектации на 250 голов составляет $Ц = 1100000$ руб. Кроме того доильную установку необходимо оснастить шестнадцатью доильными аппаратами:

- АДС – 25 с исполнением для доения в молокопровод (Аппарат доильный попарного доения 25.00.000 с кол. АДС 11Б.01.000-01) стоимость 9342 руб. каждого, итого затраты составят 149472 руб. Суммарная стоимость доильной установки оснащенной данными доильными аппаратами, составит 1249472 руб.

- DeLaval MC 53 стоимостью 42700 руб. (610 €) каждый (Приложение Ф), итого затраты составят 683200 руб. Суммарная стоимость доильной установки оснащенной данными доильными аппаратами, составит 1783200 руб.

- Экспериментальный доильный аппарат попарного доения, с верхним отводом молока из коллектора. В первом приближении его цена составит: стоимость АДС – 25 плюс стоимость коллектора для АДС – 25 (коллектор АДС 11Б.01.000-01 взят за основу), 9342 руб. + 1205 руб. = 10547 руб., итого затраты составят 168752 руб. Суммарная стоимость доильной установки оснащенной экспериментальными доильными аппаратами, составит 1268752 руб.

Определим балансовую стоимость (4.1) для установки:

С аппаратом АДС – 25:

$$БС_A = 1249472 \cdot 1,3 = 1624314 \text{ руб.}$$

С аппаратом МС 53:

$$БС_D = 1783200 \cdot 1,3 = 2318160 \text{ руб.}$$

С экспериментальным доильным аппаратом:

$$БС_{II} = 1268752 \cdot 1,3 = 1649378 \text{ руб.}$$

На серийной доильной установке затраты ручного труда составляют 2...2,2 мин на корову [19]. Примем $t_p = 1$ мин. Оператор машинного доения выполняет следующие операции: подготовка вымени и надевание доильного аппарата, контроль за доением, проведение машинного выдаивания и снятие доильных аппаратов.

С экспериментальным доильным аппаратом оператор совершает те же операции, то есть время ручных операций остается неизменным. Однако доильный аппарат с верхней эвакуацией молока из коллектора тратит в среднем на 15 % меньше времени на выдаивание коровы. С доильным аппаратом АДС-25 $t_m = 5$ мин., с предлагаемым доильным аппаратом $t_{мп} = 4,25$ мин., с доильным аппаратом DeLaval $t_d = 4,5$ мин. Количество серийных и разработанных доильных аппаратов с которыми работает оператор, одинаково и составляет 3 штуки.

Определяем производительность оператора машинного доения по формуле [19,45]:

$$Q = \frac{60 \cdot n \cdot k_3}{(t_m + t_p)}, \text{ гол/час} \quad (4.2)$$

где n – количество доильных аппаратов с которыми работает оператор машинного доения, шт.;

k_3 – коэффициент учитывающий затраты на переходы, варьирование машинного выдаивания коров и прочее, примем $k_3 = 0,85$;

t_m – среднее время машинного доения, мин;

t_p – среднее время машинного додаивания и ручных операций, примем $t_p = 2$ мин

Определим производительность оператора машинного доения при использовании рассматриваемых доильных аппаратов:

С АДС–25:

$$Q_{\text{АДС}} = \frac{60 \cdot 3 \cdot 0,85}{(5+1)} = 25,5 \text{ гол/ч}$$

Принимаем $Q_{\text{АДС}} = 26$ гол/ч

С МС 53:

$$Q_D = \frac{60 \cdot 3 \cdot 0,85}{(4,5+1)} = 27,8 \text{ гол/ч}$$

Принимаем $Q_D = 28$ гол/ч

С экспериментальным доильным аппаратом:

$$Q_{\text{П}} = \frac{60 \cdot 3 \cdot 0,85}{(4,25+1)} = 29,1 \text{ гол/ч}$$

Принимаем $Q_{\text{П}} = 29$ гол/ч

Определим общую производительность доильной установки:

$$Q_o = Q \cdot N_o \tag{4.3}$$

где N_o – количество операторов машинного доения обслуживающих всю установку, чел.; $N_o = 4$

Для установки с доильными аппаратами АДС – 25:

$$Q_{oA} = 26 \cdot 4 = 104 \text{ гол/ч}$$

Для установки с доильными аппаратами МС 53:

$$Q_{oD} = 28 \cdot 4 = 112 \text{ гол/ч}$$

Для установки с доильными аппаратами с верхним отводом молока из коллектора:

$$Q_{oП} = 29 \cdot 4 = 116 \text{ гол/ч}$$

Продолжительность доения всего поголовья составит:

$$T_o = \frac{N_d}{Q_o} \tag{4.4}$$

где N_d – общее число дойных коров в коровнике, гол; $N_d = 220$ гол.

Для установки с доильными аппаратами АДС – 25:

$$T_{0\text{АДС}} = \frac{220}{104} = 2,16 \text{ ч}$$

Для установки с доильным аппаратом МС 53:

$$T_{0D} = \frac{220}{112} = 1,96 \text{ ч}$$

Для установки с доильными аппаратами с верхней эвакуацией молока из коллектора:

$$T_{0П} = \frac{220}{116} = 1,89 \text{ ч}$$

Продуктивность коров принимаем по данным КФХ Сконников И.Ю. Средний годовой удой одной коровы составил 6155 кг молока в год.

Годовой удой с использованием доильных аппаратов с верхним отводом молока из коллектора:

$$Y_{\text{П}} = Y_{\text{Т}} \left(1 + \frac{k_m}{100} \right), \text{кг} \quad (4.5)$$

где $Y_{\text{Т}}$ – продуктивность коров по типовой технологии, кг;

k_m – коэффициент повышения продуктивности, $k_m = 1,046$. Получаем:

$$Y_{\text{П}} = 6155 \left(1 + \frac{1,046}{100} \right) = 6219 \text{ кг}$$

Определим годовые затраты труда в расчете на 1 кг выдоенного молока:

$$T_{\text{Т}} = \frac{N_{\text{оп}} \cdot z \cdot T_o \cdot D}{y \cdot N_d}, \text{ чел} \cdot \text{ч/кг} \quad (4.6)$$

где T_o – продолжительность доения всего стада, час;

$N_{\text{оп}}$ – количество обслуживающего персонала, чел ($N_{\text{оп}} = 5$);

z – количество доек в день, раз $z=2$;

D – количество доек-дней в году, $D=300$ дней;

N_d – количество дойных коров, $N_d = 220$ гол.

Для установки с доильными аппаратами АДС -25:

$$T_{\text{ТАДС}} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 2,16 \cdot 300}{6155 \cdot 220} = 0,0048 \text{ чел} \cdot \text{ч/кг}$$

Для установки с доильными аппаратами фирмы DeLaval:

$$T_{\text{TD}} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 1,96 \cdot 300}{6155 \cdot 220} = 0,0043 \text{ чел} \cdot \text{ч/кг}$$

Для установки с предлагаемыми доильными аппаратами с верхним отводом молока из коллектора:

$$T_{\text{ТП}} = \frac{5 \cdot 2 \cdot 1,89 \cdot 300}{6219 \cdot 220} = 0,0041 \text{ чел} \cdot \text{ч/кг}$$

Снижение затрат общего труда при использовании рассматриваемых доильных аппаратов:

$$\mathcal{E}_{\text{ТУ}} = (T_{\text{ТW}} - T_{\text{Т(D, АДС, П)}}) \cdot Y_{\text{п}} \cdot N_{\text{д}}, \text{ чел} \cdot \text{ч} \quad (4.7)$$

При использовании доильного аппарата фирмы DeLaval:

$$\mathcal{E}_{\text{ТУ}} = (0,0048 - 0,0043) \cdot 6155 \cdot 220 = 677,05 \text{ чел} \cdot \text{ч}$$

При использовании доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора:

$$\mathcal{E}_{\text{ТУ}} = (0,0048 - 0,0041) \cdot 6219 \cdot 220 = 957,72 \text{ чел} \cdot \text{ч}$$

Рассчитаем степень снижения затрат труда от использования рассматриваемых доильных аппаратов:

$$\mathcal{E}_{\text{ЗТ}} = \frac{T_{\text{ТW}} - T_{\text{Т(D, АДС, П)}}}{T_{\text{ТW}}} \cdot 100\% \quad (4.8)$$

При использовании доильных аппаратов фирмы DeLaval:

$$\mathcal{E}_{\text{ЗТ}} = \frac{0,0048 - 0,0043}{0,0048} \cdot 100\% = 10,4\% \approx 10\%$$

При использовании экспериментальных доильных аппаратов с верхним отводом молока из коллектора:

$$\mathcal{E}_{3T} = \frac{0,0048 - 0,0041}{0,0048} \cdot 100\% = 14,6\% \approx 15\%$$

Повышение производительности труда от использования рассматриваемых доильных аппаратов найдем по формуле:

$$П_T = T_{Tc} / T_{T(D, AДС. П)}, \text{ раз} \quad (4.9)$$

При использовании доильного аппарата фирмы DeLaval:

$$П_T = 0,0048 / 0,0043 = 1,12 \text{ раз}$$

При использовании доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора:

$$П_T = 0,0048 / 0,0041 = 1,17 \text{ раз}$$

Определим себестоимость молока при использовании серийных доильных аппаратов и экспериментальных доильных аппаратов:

Прямые затраты на выполнение единицы работы определим по формуле:

$$И = \mathcal{Z}_y + \mathcal{Z}_A + \mathcal{Z}_{TOPX} + \mathcal{Z}_\mathcal{E}, \quad (4.10)$$

где \mathcal{Z}_y – оплата труда обслуживающего персонала, руб./гол;

\mathcal{Z}_A – амортизационные отчисления, руб./гол;

\mathcal{Z}_{TOPX} – отчисления на ТОРХ, руб./гол;

$\mathcal{Z}_\mathcal{E}$ – стоимость электроэнергии за год, руб./гол.

Заработная плата в расчете на корову определяется по формуле.

$$\mathcal{Z}_y = k_H \cdot (1 + 0,01k_H) \cdot P_ч \cdot T_T^1, \quad (4.11)$$

где T_T^1 – годовые затраты труда обслуживающего персонала на доение на одну голову, чел·ч;

$P_{ч}$ – часовая тарифная ставка оператора машинного доения (механика), $P_{ч} = 85$ руб./ч;

k_H – коэффициент начисления на зарплату, $k_H = 1,37$;

$k_{п}$ – доплата за продукцию, $k_{п} = 25\%$.

Годовые затраты труда на доение обслуживающим персоналом на одну голову найдем по формуле:

$$T_T^1 = N_{оп} \cdot z \cdot T_o \cdot D / N_d, \quad (4.12)$$

Найдем годовые затраты труда в расчете на одну корову по формуле 4.12 (с учетом механика, который обслуживает доильную установку):

С доильными аппаратами АДС – 25:

$$T_T^1 = 5 \cdot 2 \cdot 2,16 \cdot 300 / 220 = 29,5 \text{ чел·ч/гол}$$

С доильными аппаратами фирмы DeLaval:

$$T_T^1 = 5 \cdot 2 \cdot 1,96 \cdot 300 / 220 = 26,7 \text{ чел·ч/гол}$$

С экспериментальными доильными аппаратами:

$$T_T^1(п) = 5 \cdot 2 \cdot 1,89 \cdot 300 / 220 = 25,8 \text{ чел·ч/гол}$$

Тогда затраты на оплату труда при использовании доильных аппаратов на одну корову составят:

АДС – 25

$$Z_y = 1,37 \cdot 85 \cdot (1 + 0,01 \cdot 25) \cdot 29,5 = 4294,1 \text{ руб./гол,}$$

DeLaval:

$$Z_y = 1,37 \cdot 85 \cdot (1 + 0,01 \cdot 25) \cdot 26,7 = 3886,5 \text{ руб./гол}$$

Разработанным экспериментальным доильным аппаратом:

$$Z_y(п) = 1,37 \cdot 85 \cdot (1 + 0,01 \cdot 25) \cdot 25,8 = 3755,5 \text{ руб./гол.}$$

Затраты электроэнергии на процесс доения в расчете на одну голову находим по формуле:

$$Z_{\text{э}} = P_{\text{э}} \cdot Ц_{\text{э}}, \quad (4.13)$$

где $P_{\text{э}}$ – электроэнергия, расходуемая в год в расчете на голову, кВт·ч/гол; $Ц_{\text{э}}$ – стоимость одного кВт·ч, руб. $Ц_{\text{э}} = 3,3$ руб./кВт·ч.

Количество электроэнергии, расходуемое за период лактации, определим по выражению:

$$N_{\text{э}} = W \cdot z \cdot \tau_0 \cdot D / N_{\text{д}}, \quad (4.14)$$

где W – мощность электродвигателей вакуумной установки, кВт $W = 10$ кВт.

Найдем затраты энергии:

Доильная установка с доильными аппаратами АДС – 25:

$$P_{\text{э}} = 10 \cdot 2 \cdot 2,16 \cdot 300 / 220 = 58,9 \text{ кВт·ч/гол}$$

Доильная установка с доильными аппаратами DeLaval:

$$P_{\text{э}} = 10 \cdot 2 \cdot 1,96 \cdot 300 / 220 = 53,5 \text{ кВт·ч/гол}$$

Доильная установка с доильными аппаратами с верхним отводом молока из коллектора:

$$P_{\text{э}} (\text{п}) = 10 \cdot 2 \cdot 1,89 \cdot 300 / 220 = 51,5 \text{ кВт·ч/гол}$$

Затраты электроэнергии на процесс доения на одну голову будут:

С доильными аппаратами АДС – 25:

$$Z_{\text{э}} = 58,9 \cdot 3,3 = 194,37 \text{ руб./гол}$$

С доильными аппаратами фирмы DeLaval:

$$Z_{\text{э}} = 53,5 \cdot 3,3 = 176,55 \text{ руб./гол}$$

С экспериментальными доильными аппаратами:

$$Z_{\text{э}} (\text{п}) = 51,5 \cdot 3,3 = 169,95 \text{ руб./гол}$$

Амортизационные отчисления можно найти по следующей формуле:

$$Z_A = B_3 \cdot 0,01 \cdot K_A / N_d, \text{ руб./гол} \quad (4.15)$$

где K_A – норма амортизационных отчислений, $K_A = 14,3 \%$

Амортизационный срок службы доильной установки составляет 7 лет.

Доильная установка, оснащенная доильными аппаратами АДС – 25:

$$Z_A = 1624314 \cdot 0,01 \cdot 14,3 / 220 = 1055,8 \text{ руб. / гол}$$

Доильная установка, оснащенная доильными аппаратами фирмы DeLaval:

$$Z_A = 2318160 \cdot 0,01 \cdot 14,3 / 220 = 1506,8 \text{ руб. / гол}$$

Доильная установка, оснащенная доильными аппаратами с верхним отводом молока из коллектора:

$$Z_A (\text{п}) = 1649378 \cdot 0,01 \cdot 14,3 / 220 = 1072,09 \text{ руб. / гол}$$

Затраты на техническое обслуживание, ремонт и хранение (ТОРХ) найдем по формуле:

$$Z_{\text{ТОРХ}} = B_3 \cdot 0,01 \cdot K_{\text{ТОРХ}} / N_d, \quad (4.16)$$

где $K_{\text{ТОРХ}}$ – норма амортизационных отчислений, $K_{\text{ТОРХ}} = 18 \%$.

Доильная установка с доильными аппаратами АДС -25:

$$Z_{\text{ТОРХ}} = 1624314 \cdot 0,01 \cdot 18 / 220 = 1328,98 \text{ руб. / гол}$$

Доильная установка с доильными аппаратами фирмы DeLaval:

$$Z_{\text{ТОРХ}} = 2318160 \cdot 0,01 \cdot 18 / 220 = 1896,68 \text{ руб. / гол}$$

Доильная установка с экспериментальными доильными аппаратами:

$$Z_{\text{ТОРХ}} (\text{п}) = 1649378 \cdot 0,01 \cdot 18 / 220 = 1349,49 \text{ руб. / гол}$$

С доильными аппаратами АДС -25

$$I_c = 4294,1 + 1055,8 + 1328,98 + 194,37 = 6873,3 \text{ руб/гол}$$

С доильными аппаратами фирмы DeLaval:

$$I_c = 3886,5 + 1506,8 + 1896,68 + 176,55 = 7466,5 \text{ руб/гол}$$

С доильными аппаратами с верхним отводом молока из коллектора:

$$I_c = 3755,5 + 1072,09 + 1349,49 + 169,95 = 6347 \text{ руб/гол}$$

Тогда удельная экономия эксплуатационных затрат на единицу работ составит:

Для установки с доильными аппаратами фирмы DeLaval:

$$Э_y = 6873,3 - 7466,5 = -593,2 \text{ руб/гол}$$

Для установки с доильными аппаратами с верхним отводом молока из коллектора:

$$Э_y = 6873,3 - 6347 = 526,3 \text{ руб/гол}$$

Из этого следует, что экономической эффективности от использования доильных аппаратов DeLaval нет.

Степень снижения эксплуатационных затрат найдем по формуле:

$$C_H = (I_c - I_y) \cdot 100 / I_c \quad (4.17)$$

Степень снижения эксплуатационных затрат от использования рассматриваемых доильных аппаратов:

Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора:

$$C_H = (6873,3 - 6347) \cdot 100 / 6873,3 = 7,66 \% \approx 8\%$$

Годовой экономический эффект от сокращения эксплуатационных затрат найдем по формуле:

$$Эг.с = (I_c - I_y) \cdot N_d \quad (4.18)$$

Годовой экономический эффект за счет снижения себестоимости от применения рассматриваемых доильных аппаратов:

Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора:

$$Эг.с = (6873,3 - 6347) \cdot 220 = 115786 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений:

$$T_{Д} = \frac{(B_{Эп} - B_{Эс})}{Э_{ГО}}, \text{ лет} \quad (4.19)$$

где $B_{Эс}$, $B_{Эп}$ – капиталовложения с доильной установкой с серийными доильными аппаратами и экспериментальными доильными аппаратами, руб.

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений при использовании рассматриваемых доильных аппаратов:

Доильный аппарат с верхней эвакуацией молока из коллектора:

$$T_{Д} = \frac{(1649378 - 1624314)}{115786} = 0,22 \text{ года.}$$

Экономическая эффективность от применения разработанных доильных аппаратов с верхним отводом молока из коллектора при привязном содержании коров представлена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Сравнение экономических показателей доильных установок

Показатели	Единица измерения	Доильная установка с доильными аппаратами:		
		АДС-25	DeLaval MC53	Экспериментальный
1	2	4	5	6
1. Капитальные вложения	руб.	1624314	2318160	1289600
2. Расчетное количество коров	гол	220	220	220
3. Амортизационные отчисления	руб/гол	1055,8	1056,8	1072,1
4. Затраты на техническое обслуживание, ремонт и хранение	руб/гол	1328,98	1896,68	1349
5. Затраты на электроэнергию	руб/гол	194,33	176,55	169,95
6. Затраты на оплату труда	руб/гол	4294,1	3886,5	3755,5

1	2	4	5	6
7. Удельные затраты труда	чел·ч/кг	0,0048	0,0043	0,0041
8. Степень снижения затрат общего труда на доение	%	-	10	15
9. Снижение затрат общего труда	чел·ч	-	677,05	957,72
10. Рост производительности труда	раз	-	1,12	1,17
11. Себестоимость произведенной продукции	руб/гол	6873,3	7466,5	6347
12. Степень снижения эксплуатационных затрат	%	-	-	8
13. Годовой экономический эффект общий	руб.	-	-	115786
14. Срок окупаемости дополнительных капиталовложений	лет	-	-	0,22

ВЫВОДЫ

Проведенные испытания доильных аппаратов с верхним отводом молока из коллектора в производственных условиях позволяют сделать следующие выводы:

1. Установлено, что доильные аппараты с верхним отводом молока из коллектора работоспособны, и по сравнению с используемыми на ферме доильными аппаратами их применение позволяет сократить продолжительность доения стада на 15% при снижении затрат труда на доение коровы на 15%, а производительность оператора увеличить с 26 до 29 гол/ч.

2. Результаты подсчета экономической эффективности показывают, что применение доильных аппаратов с верхним отводом молока из коллектора позволяет получить годовой экономический эффект в размере 115786 рублей из расчета на 220 коров. Срок окупаемости составляет 0,22 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ существующих конструкций доильных аппаратов показал их недостаточную пропускную способность и значительные колебания величины вакуума под сосками вымени коровы при молоковыведении, особенно при максимальном припуске или доении высокопродуктивных коров. Поэтому перспективный доильный аппарат должен обладать высокой пропускной способностью при стабильном вакууме под сосками вымени во время доения, что обеспечивает доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора. Предлагаемый доильный аппарат должен содержать доильные стаканы, пульсатор, молочный и вакуумные шланги, коллектор с коаксиально размещенной отсасывающей трубкой, образующей нижним концом осевой зазор с дном молокоборной камеры коллектора, а верхний конец которой, снабжен отверстием соизмеримым и совмещенным с отверстием выходного молочного патрубка. Конструкция коллектора с отсасывающей трубкой обеспечивает эффективный отвод молока при стабильном вакууме под сосками вымени при доении.

2. Теоретически установлено, что скорость воздуха, поступающего в коллектор через отверстие, зависит от его диаметра, рабочего вакуума, пропускной способности по молоку и соотношения воздуха и молока в образующейся молоковоздушной смеси. При рекомендуемом диаметре отверстия 0,0008 м теоретическая подача воздуха составляет 0,276 м³/час.

Диаметр отсасывающей трубки коллектора при диспергированном движении молочно-воздушной смеси с ростом коэффициента гидравлического трения (0,2), плотности молока (1027 кг/м³), подачи молока (0,005 кг/с), величины соотношения воздуха и молока в молоковоздушной смеси (2,5), длины отсасывающей трубки (0,005 м) – повышается и при увеличении диаметра молокоборной камеры коллектора (0,09 м), величин вакуума (48-50 кПа) и плотности смеси (600-700 кг/м³) уменьшается.

Высота установки отсасывающей трубки от дна молокоборной камеры коллектора с ростом величины вакуума, подачи молока, плотности

молоковоздушной смеси и коэффициента подачи увеличивается и уменьшается при повышении коэффициента скорости, длины отсасывающей трубки и плотности молока. В результате теоретического расчета при заданных параметрах составляет 0,0038 м.

3. В результате лабораторных исследований установлено, что изменение диаметра отсасывающей трубки от 0,012 до 0,018 м повышает пропускную способность коллектора от 0,043 до 0,055 кг/с, а расход воздуха коллектором от 0,273 до 0,279 м³/ч.

Потеря величины вакуума при изменении подачи молока от 0,5 до 3,5 кг/мин увеличивается с 5 до 6,8 кПа, что на 30 % меньше чем у двухтактного доильного аппарата АДУ – 1 при вакууме 48 кПа.

Увеличение диаметра отверстия от 0,0005 до 0,001 м увеличивает расход воздуха от 0,057 до 0,428 м³/ч, а пропускную способность от 0,049 до 0,052 кг/с.

В результате многофакторного эксперимента установлены рациональные параметры доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора при которых обеспечивается его максимальная пропускная способность. Отверстие для впуска воздуха в коллектор от 0,0006 м до 0,0008 м, диаметр отсасывающей трубки 0,015 м при рабочем вакууме 46...50 кПа и высоте установки ее относительно дна коллектора – 0,004 м.

4. Экспериментальные исследования показали, что доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора, обеспечивает быстрое и полное выдаивание коров. Применение разработанных доильных аппаратов сокращает продолжительность доения стада на 15 %, что позволяет при привязном содержании коров повысить среднюю производительность оператора с 26 до 29 гол/ч. Годовой экономический эффект от использования предлагаемого доильного аппарата составляет 115786 рублей из расчета на обслуживание 220 коров. Срок окупаемости 0,22 года.

Рекомендации производству:

Применение доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора с рациональными параметрами на молочных фермах позволит выдаивать высокопродуктивных коров, повысить производительность труда операторов машинного доения, сократить вредное воздействие от колебаний вакуума под сосками вымени коровы на вымя коровы. Полученные результаты могут быть использованы предприятиями, занимающимися созданием и реализацией оборудования для отрасли молочного животноводства.

Перспективы дальнейшей разработки темы:

В дальнейшей перспективе научных исследований необходимо продолжить работу в направлении совершенствования процесса машинного доения коров, в частности, доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора, с целью разработки автоматизированного доильного аппарата, в том числе для привязного содержания животных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Админ, Е.А. Вакуумный режим под сосками коров при машинном доении./ Е.А. Админ, В.П. Совран // Животноводство, 1971, №1, с. 42-44.
2. Альтшуль А. Д. Гидравлические сопротивления.-М.:Недра, 1982.-224с.
3. Андреев, П.В. К вопросу об эксплуатации сосковой резины доильного аппарата. / П.В. Андреев // Записки Ленинградского СХИ, 1970, с. 17-19.
4. Андрианов, Е.А. Обоснование процесса выведения молока из вымени коровы стимулирующим аппаратом непрерывного доения/ Е.А. Андрианов, В.П. Шацкий, А.А. Андрианов, Д.И. Яловой // Техника и оборудования для села №2(225).-2016.- С. 32-34.
5. Андрианов, Е.А. К вопросу повышения продуктивности коров и эффективности машинного доения/ Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов //В сборнике: Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. Министерство сельского хозяйства РФ; Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I.- 2015.- С. 43-46.
6. Андрушкин, Л.Н. Определение параметров устойчивых форм движения молока по молокопроводам доильных установок/ Л.Н. Андрушкин // Тр. Омского с.-х. ин-та. – Т.141. - 1975. - С.64-68.
7. Антроповский, Н.М. К вопросу о регулировке тактов и частоты пульсаций мембранных пульсаторов доильных машин./ Н.М. Антроповский // Доклады МИИСПа им. В.П. Горячкина, 1971, с. 85.
8. Аронович, Н.М. О работе исполнительного механизма электродоильной машины. – М., 1936, с. 39. 15
9. Атаев Ч. Исследование и разработка аппарата и установка для доения каракульских овец в условиях Туркменской ССР. Автореф. канд. техн. наук. – Ашхабад, 1974, с.

10. Ахназарова, С. Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров//. – М.: Высшая школа, 1978, 319 с.
11. Бабкин, В. П. Колебания и изменение физико механических свойств молока в молокопроводах доильных установок/ В. П. Бабкин, И. А. Самургашьян // Сб.. научн. Работ Саратовского с.-х. ин-та.-Вып.43.-1975.-с.238-248
12. Бабкин, В.П. Механизация доения коров и первичной обработки молока. – М., Агропромиздат, 1986, с. 271. 26
13. Бабкин, М.К. Исследование доильного аппарата ДАП-2./ М.К. Бабкин // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1965, №1, с. 28-31.
14. Базаров, М.К. Автоматическое регулирование процесса машинного доения коров./ М.К. Базаров // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1969, №1, с. 29-33.
15. Базаров, М.К. Исследование доильного аппарата с автоматическим регулированием вакуума под соском./ М.К. Базаров, В.И. Ломакин // Сб. науч. работ Саратовского сельскохозяйственного института, 1975, с. 34-38.
16. Белянчиков, Н.Н. Автоматическое регулирование процесса доения./ Н.Н. Белянчиков // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1965, №1, с. 25-27.
17. Бетин, С.И. Современные доильные аппараты./ С.И. Бетин // Молочное и мясное скотоводство, 1980, №8, с. 44-51.
18. Большой энциклопедический словарь // ред. группа Н. М. Ланда, В. Г. Панов, И. Н. Петин. – М. : Научное изд. БРЭ, 1997 33
19. Ведищев, С.М. Механизация доения коров. – Тамбов: ТГТУ, 2006, 153с. (Учебное пособие)
20. Велиток, И.Г. Машинное доение и раздой коров. – Киев: “Урожай”, 1967, 167с.
21. Велиток, И.Г. Молокоотдача при машинном доении коров. – М.: Московский рабочий, 1986

22. Велиток, И.Г. Технология машинного доения коров. – М.: “Колос”, 1975, 255с.
23. Веприцкий, А. С., Хозяев И. А. Влияние высоты расположения молокопровода на работу доильного аппарата/ А. С. Веприцкий, И. А. Хозяев // Тракторы сельхозмашины.-1965.-№6.-С. 34-37.
24. Веприцкий, А.С. Об автоматическом регулировании процесса доения. // Долговечность и надежность сельскохозяйственных машин. – М., 1966, с.
25. Гарькавый, Ф. Л. Биологические и селекционно генетические основы улучшения формы вымени и молокоотдачи коров: Автореф. Дис....д-ра с.-х. наук.- таллин, 1969.-35 с. 39
26. Гатин, М.Г. Исследование и разработка доильного аппарата с усовершенствованными однокамерными стаканами. Автореф. дис. на соискание степени канд. техн. наук. – Казань, 1980, с. 21. 26
27. Горбунов, Б.А. К теории молокопроводной системы доильного аппарата/ Б.А. Горбунов // Проектирование рабочих органов машин для животноводческих хозяйств (Теория и расчет).- Ростов н/Д, 1969.- вып. 1.- С.144-153.
28. Горм, С.Я. Автоматическое регулирование соотношения тактов доильных аппаратов. / Горм, С.Я.// Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1966, № 6, с. 59.
29. Городецкая, Т.К. О влиянии вакуума на ткани молочной железы коровы./ Т.К. Городецкая // Материалы III Всесоюзного симпозиума по физиологическим основам машинного доения. – Боровк, 1974, с. 74-75.
30. Граф, К. Тесная связь формы и функциональности. Морфология сосков и вымени высокоудойных коров/ К. Граф, Ш. Гандель, Г. Свальве, У Бергфельд // Новое сельское хозяйство. – 2007. - №1. - С. 84...86. 64.
31. Еремин, А.С. Экономика ветеринарного дела. / А.С. Еремин. - Новосиб. гос. аграр. ун-т: Новосибирск, 2005. – 26 с.

32. Жестоканов, О.П. Определение пригодности коров и приучение нетелей к машинному доению: Методические рекомендации / О.П. Жестоканов. – Калуга: ВНИИФБиП с.-х. жив., 1982. – 12с.
33. Жигжитов, А.В., Шагдыров, И.Б. Механизация процессов доения и первичной обработки молока: учебно-методическое издание. – Улан-Удэ: Издательство ФГОУ ВПО “БГСХА им. В.Р. Филиппова”, 2008. – 110 с.
34. Жук, З. Я. Исследование зооветеринарных показателей работы молочной линии стабилизированного режима/ З. Я. Жук, Т. К. Городецкая // животноводство.-1974.-№4.-С. 68-71.
35. Жук, З. Я. Исследование потерь вакуума на основных участках молочных линий доильных установок/ З. Я. Жук // Тракторы и сельхозмашины.-1975.- №3.- С.31-34
36. Залькалнс, З. Я. Исследования молочной и вакуумной линий на доильных установках для доения коров в стоилах/ З. Я. Залькалнс, А. Р. Лаурс // Тез. Докл. VI Всесоюз. Симпозиума по машинному доению сельскохозяйственных животных.- М., 1983.- Ч.П.- С.30-31 53.
37. Звянецковский, В.Г. Анализ современных доильных установок./ В.Г. Звянецковский // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1972, №3, с. 29-32.
38. Искандарян, М. И., Звянецковский В. Г., Астахов А. С. Доильные установки и пути их улучшения.-М.: ЦНИИТЭИ В/О «союзсельхозтехника», 1970.- 48 с.(Сер. «Механизация и электрификация ферм колхозов и совхозов»).
39. Каранаев, Ю.С. Теоретические основы выведения молока исполнительными механизмами доильной машины./ Ю.С. Каранаев // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1966, №3, с. 18-21.
40. Карташов, Л. П. Машинное доение коров./ Л. П. Карташов – М.: Колос, 1982, 301с.
41. Карташов, Л. П. Расчет исполнительных механизмов биотехнической системы./ Л. П. Карташов, С. А. Соловьев, Е. М. Асманкин, З. В. Макаровская – Екатеринбург: УрО РАН, 2002, 181 с.

- 42.Карташов, Л. П., Повышение надежности системы человек – машина – животное/ Л. П. Карташов, С. А. Соловьев – Екатеринбург: УрО РАН, 2000, 275 с.
- 43.Карташов, Л.П. Учебник мастера машинного доения. – М.: Колос, 1994, с. 54.
- 44.Карташов, Л. П. Лабораторные стенды для испытания животноводческой техники: монография/ Л.П. Карташов, С.А. Соловьев, В.А. Шахов; отв. Ред. В.И. Квашенников. – М.: Колос, 2009.-116 с.
- 45.Карташов, Л.П. Машинное доение коров / Л.П. Карташов, Ю.Ф. Куранов. - Москва: Высшая школа, 1980. с 85-86.
- 46.Каталог продукции ОАО «Кургансельмаш» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ksm45.narod.ru/price/price.html>
- 47.Кафаров, В. В. Основы массопередач.- М.: Высш. Шк., 1972.- 496с.
- 48.Квашенников, В.И. Оценка герметичности вакуумных систем доильных установок./ В.И. Квашенников // VI Всесоюзный симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных. Тезисы докладов, ч. 2. – М., 1983, с. 39-41.
- 49.Келпис, Э.А. Некоторые возможности улучшения методики сравнительных испытаний доильных аппаратов. // Сб. трудов. – Рига: Звайгзне, 1963, с. 73-78.
- 50.Кемпбелл, Д.Р., Маршалл Р.Т. Производство молока. – М.: Колос, 1980, с. 54.
- 51.Киренков, Л.И. Экспериментальный пульсоколлектор доильного аппарата// Вопросы механизации, технологии и строительства в скотоводстве.- Подольск,1979.-С. 56-58
- 52.Кокорина, Э.П. Физиологические требования к машинному доению коров. Рекомендации. – М.: Россельхозиздат, 1984, с. 21-24.
- 53.Королев, В.Ф. Доильные машины. – М.: Машиностроение, 1969, 280 с.

- 54.Королев, В.Ф. Исследование основных параметров трехтактной доильной машины. // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства. – М.: Сельхозгиз, 1952, т. 16.
- 55.Косачев, Г.Г. Экономическая оценка сельскохозяйственной техники / Г.Г. Косачев. – М.: МИИСП, 1973. – 32 с.
- 56.Краснов, И.Н. Новые принципы доения коров / И.Н. Краснов, Г.М. Марченко, В.Н. Скворцов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2000, №5. – С. 40...42.
- 57.Кузьмин, А. Е. Анализ сил, действующих на поток молочновоздушной смеси в доильном аппарате/ А. Е. Кузьмин // Сиб. Вестник с.-х. науки.- 1986.- №4 – С. 87-93.
- 58.Кузьмин, А. Е. Гидравлическая характеристика доильных установок.- Иркутск изд-во Иркут ун-та., 1997.-176с.
- 59.Кузьмин, А. Е. К методике гидравлического расчета доильного аппарата/ А. Е. Кузьмин // Сиб. Вестник с.-х. науки.- 1992.-№3-С. 95-99
- 60.Кузьмин, А. Е. Обеспечение эффективности функционирования системы пневмомолокопроводной линии доильных установок : дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01.-Новосибирск, 1991.-566 с. : ил. - Библиогр.: с. 525-531.
- 61.Кузьмичев, В. А. Исследование режимов потока жидкостей в молокопроводах доильных машин/ В. А. Кузьмичев // Комплексная механизация с.-х. производства: Тр. ВСХИЗО. – 1975.- Вып. 107 .- С. 94-96
- 62.Курочкин, А.А. Встречное перемещение масс молока при доении./ А.А. Курочкин, А.А. Аверкиев, И.В. Жилов // Труды Горьковского СХИ, 1980, №141, с. 32-35.
- 63.Лейник, М.В. О физиологических критериях и методах определения тяжести работы. // Гигиена и профессиональные заболевания, 1960, №11, с. 60.
- 64.Лищинский, С.П. Уравнение движения молоковоздушной смеси в совместной молоковоздушной линии доильного аппарата / С.П. Лищинский

- // VI Всесоюзн. Симпозиум по машинному доению с.-х. животных. – М., 1983. – Ч.2. – С.56-57.
- 65.Лоза, М.Г. Методика определения экономической эффективности в сельском хозяйстве НИР и ОКР, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений / М.Г. Лоза. – М.: Колос, 1980. – 112 с.
- 66.Мельников, С.В., Алешкин В.Р., Рощин П.М. Планирование эксперимента в исследовании сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос, 1980, с. 127.
- 67.Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытноконструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений [Текст] – М.: Россельхозиздат, 1984. – 104 с.
- 68.Методические рекомендации по проектированию и эксплуатации вакуумных систем для молочных ферм и комплексов/ Сост. Ю. А. Цой, И. В. Кузнецова, Н. М. Антроповский, Ю. И. Залевский.- М.: ВИЭСХ, 1980.- 20с.
- 69.Морозов, Н.М. Эффективность комплексной механизации животноводческих ферм. – М.: Колос, 1972, с. 327.
- 70.Мосийко, В.И., Зусмановский А.Г., Звиняцковский В.Г. Интенсификация молочного скотоводства. – М.: Агропромиздат, 1989. – 352 с.
- 71.Набатчиков, А.В. Доильный аппарат/ Н.С. Панферов, А. В. Набатчиков, В.М. Ульянов, В.А. Хрипин Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона: Материалы 66-й международной научно-практической конференции 14 мая 2015 года. – Рязань. Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2015. – Часть 2. 230 с. С.198-200
- 72.Оберемеченко, А.И. О выборе вакуум-насоса для доильных установок. / А.И. Оберемеченко // VI всесоюзный симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных. Тезисы докладов. – М., 1983, с. 29-32.

73. Огородников, П.И. Разработка и исследование аппарата для доения коров без машинного додаивания. Автореф. дис. на соискание степени канд. техн. наук. – Пушкин, 1979. 85
74. Панферов, Н. С. Физиологически адаптированный доильный аппарат/ Н. С. Панферов // Третья региональная конференция молодых ученых «Инновационные методы решения научных и технологических задач Рязанской области»
75. Панферов, Н. С. Двухтактный доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора/ Н. С. Панферов, В.М. Ульянов, А.В. Набатчиков // В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий. Материалы XIX Международной научно-производственной конференции. ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. 2015. С. 81
76. Панферов, Н. С. Доильный аппарат с верхней эвакуацией молока/ Н. С. Панферов, В.М. Ульянов, Д.Г. Десинов, А.В. Набатчиков // Аграрная наука–сельскому хозяйству: сборник статей в 3 кн./ IX Международная научно-практическая конференция, Барнаул: РИО АГАУ, 2014. Кн.3.– С.51 - 52
77. Панферов, Н.С. Лабораторные исследования коллектора доильного аппарата/ В. М. Панферов, В.М. Ульянов, А.В. Набатчиков //В сборнике: ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗВИТИЮ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА. Материалы 67-ой Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". 2016. С. 86-89
78. Панферов, Н.С. Теоретические исследования доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора / Н.С. Панферов, А.В. Набатчиков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского

государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №02(126). – Режим доступа:<http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/14.pdf>, 0,750 у.п.л. – IDA [article ID]: 1261702014. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-126-014>

79. Панферов, Н.С. Экспериментальные исследования доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора в лабораторных условиях / Н.С. Панферов, В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, А.В. Набатчиков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – №3, 2016. – 118 с., с. 65-71
80. Панферов, Н.С. Экспериментальное исследование коллектора с верхним отводом молока/ Н.С. Панферов, В.А. Хрипин, А.В. Набатчиков, А.Н. Топильский // Научно-технический прогресс в АПК. Проблемы и перспективы: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал – 2016» (г. Ставрополь, 30 марта – 1 апреля 2016 г.) / под общ. ред. А.Т. Лебедева. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского государственного аграрного университета, 2016. – 384 с., с. 124-127
81. Патент Российской федерацией RU №90293 Доильный аппарат// Кирсанов В. В., Щукин С. И., Легеза В. Н. 10.01.2010
82. Патент Российской федерации RU № 109956 Доильный аппарат// Кирсанов В. В., Щукин С. И., Рыбалко А. И., Легеза В. Н., Петров И. Е., Аванесов В. Л., Серов А. Г. 11.10.2011
83. Патент Российской федерации RU № 2115304 С1 Доильный аппарат // Некрашевич В. Ф., Захаров В. А., Ульянов В. М., Утолин В. В., опубл. 20.07.1998
84. Патент Российской федерации RU № 2203535 С1 Доильный аппарат с манипулятором // Ульянов В. М., Кирьянов А.Ю., 10.05.2003
85. Патент Российской федерации RU № 2298916 С1 Доильный аппарат // Ульянов В. М., Хрипин В. А., опубл. 20. 05. 2007 Бюл. № 14

86. Патент Российской Федерации RU № 2565276 Двухтактный доильный аппарат попарного доения Ульянов В.М., Панферов Н.С., Хрипин В.А., Набатчиков А.В., Коледов Р.В., опубл.: 20.10.2015 Бюл. № 29
87. Патент Российской Федерации RU №2150191 Доильный аппарат для высокопродуктивных коров// МарьяхинФ.Г., Учеваткин А.И., Коршунов Б.П., 10.06.2000
88. Патент Российской Федерации RU №2457675 Доильный аппарат// Ульянов В. М., Чумиков В. В., 10.08.12
89. Патент Российской Федерации RU №2493696 Доильный аппарат// Коледов Р. В., Набатчиков А. В., Ульянов В. М., Карпов Ю. Н. 27.09.2013
90. Патент СССР RU №1523139 Коллектор доильного аппарата// Кузьмин А. Е., Стерхов А. А., 23.11.1989
91. Петухов, Н.А. Совершенствование технологической системы машинного доения коров. Дис. в виде науч. доклада док. техн. наук, 1996.
92. Петухов, Н.А., Литман Г.Е., Петухова Р.С. К вопросу о выборе механического способа стимуляции рефлекса молокоотдачи у лактирующих животных./ Н.А. Петухов, Г.Е. Литман, Р.С. Петухова // Сиб. вест. с.-х. науки, 1978, №5, с. 54-59.
93. Проничев, Н.П. Методы и технические средства повышения эффективности машинного доения коров. Дис. докт. сельхоз. наук. - М., 1997, с. 353.
94. Пустыльник, Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений [Текст] / Пустыльник, Е.И. – М.: Наука, 1968. – 288с.
95. Савран, В. П., Борш А. В. Доение новотельных коров на установках «Елочка» при пониженном вакуумме/ В. П. Савран, А.В. Борш // животноводство.- 1980.-№2.- С. 57-58
96. Салманис, А.Я. Некоторые вопросы мойки и дезинфекции доильных аппаратов./ А.Я. Салманис, Ю.Н. Буряк // Вопросы механизации, технологии и строительства в животноводстве. Труды ВНИИПТИМЖ. – Подольск, 1973, с. 42-45.

- 97.Скоркин, В.К. Оценка эффективности использования различных доильных установок при привязном содержании/ В.К. Скоркин, Д.В. Казанский // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства.- 2013.- №2 (10).- С. 190-194.
- 98.Скоркин, В.К. Стратегия развития механизации и автоматизации при производстве молока/ Скоркин В.К.// Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства.- 2016.- №2 (22).- С. 13-21.
- 99.Скроманис, А.А. Методика и некоторые результаты исследования физических величин процесса выведения молока из сосков вымени./ А.А. Скроманис // Труды Латвийской СХА, 1968, с. 31-34.
100. Соловьев, С. А., Карташов Л. П. Исполнительные механизмы системы «человек – машина – животное». – Екатеринбург: УрО РАН, 2001, 179 с.
101. Стерхов, А. А. Эффективность функционирования доильного аппарата с прмоточным смешиванием молока и воздуха в коллекторе: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Новосибирск, 1992. – 188 с.
102. Тот, Л. Влияние колебаний вакуума на движение сосковой резины/ Л. Тот, Я. Бак // Тез. Докл VI Всесоюз. Симпозиума по машинному доению сельскохозяйственных животных. – М., 1983. – Ч.П.- с. 70-71.
103. Уиттлстоун У.Г. Принципы машинного доения. – М.: Колос, 1964. – 197 с. 130.
104. Ульянов, В.М. Конструкция и эксплуатация доильных аппаратов. // Монография – Рязань, 2012. – 112 с.
105. Ульянов, В. М. Доильный аппарат с верхней эвакуацией молока из коллектора/ В. М. Ульянов, А. В. Набатчиков, Н. С. Панферов // Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки «Образование, наука, практика: инновационный аспект», Том 2, Пенза 2015., стр 104-106

106. Ульянов, В.М. Стенд для испытания доильных аппаратов / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, Р.В. Коледов, Н.С. Панферов // Сельский механизатор. -2015. - №7. - с. 22-23.
107. Утолин, В.В. Совершенствование технологии машинного доения коров с разработкой доильного аппарата с управляемой стимуляцией. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Рязань, 1999.
108. Фененко, А. И. Некоторые вопросы исследования вакуумного режима молоковоздушных линий/ А. И. Фененко// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Киев: урожай, 1967. – Вып. 7. – С. 46-52
109. Хрипин, В.А. Экспериментальное исследование коллектора с верхним отводом молока / В.А. Хрипин, Н.С. Панферов, А.В. Набатчиков, А.Н. Топильский // Научно-технический прогресс в АПК. Проблемы и перспективы: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки «Агроуниверсал – 2016» (г. Ставрополь, 30 марта – 1 апреля 2016 г.) / под общ. ред. А.Т. Лебедева. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского государственного аграрного университета, 2016. – 384 с., с. 124-127
110. Хрипин, В.А. Совершенствование технологии машинного доения и доильный аппарат с изменяющейся нагрузкой на четверти вымени коровы: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / . - Рязань, 2007. - 220 с.
111. Черноног, Г.Г., Лищинский С.П. Вакуумный режим доильных установок. Механизация содержания крупного рогатого скота на малых фермах и применение новейших доильных аппаратов в технологических линиях доения коров. Глеваха, 1989, с. 62-63.
112. Чехунов, О.А., Обоснование конструктивно-режимных параметров пульсатора адаптивного доильного аппарата / В.Ф. Ужик, О.В. Ужик, О.А. Чехунов и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. - N.6 (56). - С. 88-90.

113. Чехунов, О.А., Разработка и обоснование конструктивно-режимных параметров доильного аппарата / О.А. Чехунов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. -2015. - №.1 (5). - С. 18-25.
114. Чехунов, О.А., Пульсатор адаптивного доильного аппарата / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, О.В. Ужик и др. // Сельский механизатор. -2014. - N.12. - С. 26 – 27.
115. Чугаев, Р. Р. Гидравлика (техническая механика жидкости): Учебник для вузов. 4-е изд; доп. И перераб.- Л.: Энергоиздат, 1982.- 672 с.
116. Шахов, В.А. Обоснование конструктивно режимных параметров пульсатора адаптивного доильного аппарата / В. Ф. Ужик, О.В. Ужик, Д.Н. Клесов, В.А. Шахов //Известия Оренбургского государственного аграрного университета № 6 (56) 2015. - Оренбург.- С. 88-90.
117. Шахов, В.А. Повышение эффективности использования и эксплуатационной надежности доильных аппаратов/ В.А. Шахов, В.Д. Поздняков, А. П. Козловцев, И.В. Герасименко // АПК России 2014. Т. 67 №1.-С. 60-64.
118. Mo Croy John/ How efficient is your milking machine? // Agr., Victoria, 1975, №10, Vol. 73, p. 390-394. 4
119. URL: <http://www.ryazagro.ru/news/9027/>
120. URL:<http://www.delaval.ru/-/Product-information1/Milking/Products/Milking-point/Cluster/MC115/>
121. Whittlestine W., Olney G. Machine milking and mastitis. 3. Some properties of the bovine teat sphincter under machine milking conditions. // Austr. I. Dairy Technol, 1962, №4, Vol. 17, p. 205-213.
122. Worstorff H., Stahzel H. Untersuchungen zur Bevegung des Zitzengummi an Abhangigkeit von Einfaltdruck, Pulszyklus und Vakuumhohe in Melkanlagen. Grandl. Landtechnik, 1977, Bd. 27, №1, s. 8-12.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Патент на изобретение «Двухтактный доильный аппарат попарного доения»

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2565276

ДВУХТАКТНЫЙ ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ ПОПАРНОГО
ДОЕНИЯ

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

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2014122396

Приоритет изобретения **02 июня 2014 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **16 сентября 2015 г.**

Срок действия патента истекает **02 июня 2034 г.**

Заместитель руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 565 276** (13) **C1**(51) МПК
A01J 5/02 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014122396/13, 02.06.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.06.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.06.2014

(45) Опубликовано: 20.10.2015 Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: (см. прод.)

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Ульянов Вячеслав Михайлович (RU),
Панферов Николай Сергеевич (RU),
Хрипин Владимир Александрович (RU),
Набатчиков Алексей Викторович (RU),
Коледов Роман Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

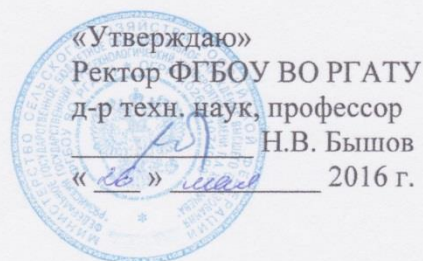
(54) ДВУХТАКТНЫЙ ДОИЛЬНЫЙ АППАРАТ ПОПАРНОГО ДОЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к молочному животноводству. Предложенный двухтактный доильный аппарат попарного доения содержит двухкамерные доильные стаканы 1 и 2, пульсатор 3, распределитель вакуума с двумя камерами переменного вакуума, работающими в противофазах, молочно-вакуумный шланг 4, коллектор 5 с молокоотборной камерой 11 с верхним расположением выходного молочного патрубка 15 и отсасывающей трубкой 12 с выступом 18 на нижнем ее конце в зоне входного отверстия и клапаном 13 с шайбой 29 над верхним, в зоне расположения выходного молочного патрубка. В днище молокоотборной камеры 11 коллектора 5 выполнено центральное отверстие 16, снабженное патрубком 17, в котором размещен выступ 18 отсасывающей трубки 12, расположенный ниже ее входных отверстий 20 и выполненный цилиндрическим с упором 19 на его конце, расположенным снаружи патрубка 17. Верхний конец отсасывающей трубки 12 совмещен по наружному диаметру с клапаном 13. Отсасывающая трубка 12 выполнена с возможностью осевого перемещения. Выходное отверстие отсасывающей трубки 12 выполнено радиальным ниже клапана по

размерам, равным отверстию выходного молочного патрубка 15 коллектора 5, и совмещено с ним при крайнем верхнем положении отсасывающей трубки. При крайнем нижнем положении отсасывающей трубки 12 поверхность клапана 13 перекрывает отверстие выходного молочного патрубка 15. Шайба 29 клапана 13 выполнена в виде опорного клапана, установленного в верхней части коллектора 5 в камере. Полость камеры 30, расположенная ниже опорного клапана, соединена с полостью выходного патрубка 15, а полость над опорным клапаном через отверстие 32 соединена с атмосферой. Цилиндрический выступ 18 снабжен направляющим пазом 34. Боковая стенка нижнего патрубка 17 коллектора 5 снабжена фиксатором 35. Изобретение обеспечивает стабильный вакуумный режим работы доильного аппарата, увеличение отсасывающей способности при повышении эксплуатационной надежности и качества получаемого молока, исключает обратный отток молока, что положительно влияет на здоровье коров, позволяет гарантированно отключать вакуум от подвешеной части доильного аппарата автоматически, при случайном спадании ее с вымени коровы. 2 з.п.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б




АКТ
внедрения научно-технической разработки

Докторантом Хрипиным В.А., аспирантами Набатчиковым А.В., Панферовым Н.С. и Хрипиным А.А. разработаны методика и лабораторная установка для исследования технических средств, в том числе доения, с целью определения их расхода воздуха при работе. Измерения производятся автоматически, тем самым сводится воздействие человеческого фактора к минимуму, что повышает точность определения показаний. Предложенные технические решения позволяют проводить сравнительные испытания различных доильных аппаратов и технических средств их снятия с вымени по завершении доения, а также учебные занятия на факультетах инженерном и ветеринарной медицины и биотехнологии при изучении дисциплин кафедры с целью приобретения практических навыков при обращении с доильной техникой.

Разработанные методика и лабораторная установка для исследования технических средств доения представляют значимую практическую ценность, внедрены на кафедре «Технические системы в АПК» и могут подлежать широкому распространению.

Заведующий кафедрой
«Технические системы в АПК»,
д-р техн. наук, профессор

 В.М. Ульянов

ПРИЛОЖЕНИЕ В

«Утверждаю»

Ректор ФГБОУ ВО РГАУ

имени П.А. Костычева,

д-р техн. наук, профессор

Н.В. Бышов

« 14 » августа 2015 г.

**АКТ**

внедрения научно-технической разработки

Аспирантами Коледовым Р.В., Набатчиковым А.В. и Панферовым Н.С. под руководством докторанта Хрипина В.А. разработан лабораторный стенд «Искусственное вымя». Предложенные технические решения позволяют проводить сравнительные испытания различных доильных аппаратов и учебные занятия на инженерном факультете и факультете ветеринарной медицины и биотехнологии при изучении дисциплин кафедры, а также для приобретения практических навыков при постановке доильного аппарата на вымя коровы.

Разработанный лабораторный стенд «Искусственное вымя» с программным обеспечением (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013610865 Оценка сдвига положения консоли «Датчик-М») представляет значимую практическую ценность, внедрен на кафедре «Механизация животноводства» и может подлежать широкому распространению.

Заведующий кафедрой

«Механизация животноводства».

д-р техн. наук, профессор

В.М. Ульянов

ПРИЛОЖЕНИЕ Г.

(обязательное)

Результаты исследования по определению расхода воздуха коллектором и пропускной способности доильного аппарата на лабораторном стенде (план эксперимента см. в табл. 4.1).

Таблица Г.1 – Результаты экспериментальных данных по определению расхода воздуха коллектором и пропускной способности доильного аппарата

№ п/п	Расход воздуха V, м ³ /ч						Пропускная способность Q, кг/мин					
	1-я повт.	2-я повт.	3-я повт.	4-я повт.	5-я повт.	Сред- нее	1-я повт.	2-я повт.	3-я повт.	4-я повт.	5-я повт.	Сред- нее
1	0,06	0,09	0,07	0,09	0,065	0,075	2,55	2,46	2,29	2,44	2,455	2,439
2	0,24	0,27	0,27	0,24	0,27	0,258	2,15	2,105	2,125	2,135	2,13	2,129
3	0,27	0,27	0,27	0,27	0,24	0,264	2,245	2,195	2,2	2,195	2,23	2,213
4	0,45	0,48	0,45	0,45	0,48	0,462	2,26	2,315	2,295	2,315	2,35	2,307
5	0,03	0,045	0,06	0,045	0,045	0,045	2,35	2,335	2,33	2,32	2,305	2,328
6	0,075	0,075	0,075	0,09	0,06	0,075	2,47	2,42	2,515	2,49	2,46	2,471
7	0,48	0,48	0,45	0,48	0,48	0,474	2,39	2,375	2,395	2,375	2,355	2,378
8	0,45	0,48	0,48	0,45	0,48	0,468	2,31	2,27	2,3	2,305	2,315	2,300
9	0,09	0,09	0,06	0,09	0,09	0,084	2,98	3,04	3,05	3,02	2,99	3,016
10	0,3	0,27	0,27	0,3	0,27	0,282	2,8	2,785	2,79	2,795	2,81	2,796
11	0,285	0,27	0,285	0,27	0,27	0,276	2,584	2,58	2,565	2,58	2,57	2,5758
12	0,48	0,465	0,48	0,495	0,48	0,480	2,81	2,86	2,885	2,89	2,865	2,862
13	0,27	0,27	0,27	0,30	0,27	0,276	2,775	2,785	2,780	2,785	2,795	2,784
14	0,42	0,27	0,30	0,27	0,27	0,306	2,795	2,750	2,745	2,785	2,775	2,770
15	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,270	2,785	2,785	2,790	2,780	2,775	2,783

```

(*-<Statistics NonlinearFit *)

In[1]:= data1 = {{42, 0.6, 15, 0.075}, {42, 0.8, 12, 0.258}, {42, 0.8, 18, 0.264}, {42, 1.0, 15, 0.462}, {48, 0.6, 12, 0.045}, {48, 0.6, 18, 0.075},
{48, 1.0, 12, 0.474}, {48, 1.0, 18, 0.468}, {54, 0.6, 15, 0.084}, {54, 0.8, 12, 0.282}, {54, 0.8, 18, 0.276}, {54, 1.0, 15, 0.48}, {48, 0.8, 15, 0.276},
{48, 0.8, 15, 0.306}, {48, 0.8, 15, 0.270}} // TableForm

Out[1]//TableForm=
42 0.6 15 0.075
42 0.8 12 0.258
42 0.8 18 0.264
42 1. 15 0.462
48 0.6 12 0.045
48 0.6 18 0.075
48 1. 12 0.474
48 1. 18 0.468
54 0.6 15 0.084
54 0.8 12 0.282
54 0.8 18 0.276
54 1. 15 0.48
48 0.8 15 0.276
48 0.8 15 0.306
48 0.8 15 0.27

In[2]:= data1 =
{{42, 0.6, 15, 0.075}, {42, 0.8, 12, 0.258}, {42, 0.8, 18, 0.264}, {42, 1.0, 15, 0.462}, {48, 0.6, 12, 0.045}, {48, 0.6, 18, 0.075}, {48, 1.0, 12, 0.474},
{48, 1.0, 18, 0.468}, {54, 0.6, 15, 0.084}, {54, 0.8, 12, 0.282}, {54, 0.8, 18, 0.276}, {54, 1.0, 15, 0.48}, {48, 0.8, 15, 0.276}, {48, 0.8, 15, 0.306}, {48, 0.8, 15, 0.270}}

Out[2]= {{42, 0.6, 15, 0.075}, {42, 0.8, 12, 0.258}, {42, 0.8, 18, 0.264}, {42, 1., 15, 0.462}, {48, 0.6, 12, 0.045}, {48, 0.6, 18, 0.075}, {48, 1., 12, 0.474}, {48, 1., 18, 0.468},
{54, 0.6, 15, 0.084}, {54, 0.8, 12, 0.282}, {54, 0.8, 18, 0.276}, {54, 1., 15, 0.48}, {48, 0.8, 15, 0.276}, {48, 0.8, 15, 0.306}, {48, 0.8, 15, 0.27}}

In[3]:= f1[x_, y_, z_] = Fit[data1, {1, x, y, z, x^2, y^2, z^2, x y, x z, y z}, {x, y, z}]

Out[3]= -1.36338 + 0.00797917 x - 0.0000590278 x^2 + 1.40313 y + 0.001875 x y - 0.165625 y^2 + 0.0605833 z - 0.000166667 x z - 0.015 y z - 0.00131944 z^2

In[4]:=
f1[42, 0.6, 15]
f1[42, 0.8, 12]
f1[42, 0.8, 18]
f1[42, 1.0, 15]
f1[48, 0.6, 12]
f1[48, 0.6, 18]
f1[48, 1.0, 12]
f1[48, 1.0, 18]
f1[54, 0.6, 15]
f1[54, 0.8, 12]
f1[54, 0.8, 18]
f1[54, 1.0, 15]
f1[48, 0.8, 15]

Out[4]= 0.069
Out[5]= 0.256125
Out[6]= 0.268125
Out[7]= 0.46575
Out[8]= 0.052875
Out[9]= 0.076875
Out[10]= 0.472125
Out[11]= 0.460125
Out[12]= 0.08025
Out[13]= 0.277875
Out[14]= 0.277875
Out[15]= 0.486
Out[16]= 0.284

```

Рисунок Г.1 – Получение модели регрессии и расчетных значений по определению расхода воздуха коллектором в программе «Mathematika 4.2» (скриншот рабочего поля программы)

```

(*-<Statistics`NonlinearFit`*)

In[1]:= data1 = {{42, 0.6, 15, 2.439}, {42, 0.8, 12, 2.129}, {42, 0.8, 18, 2.213}, {42, 1.0, 15, 2.307}, {48, 0.6, 12, 2.328}, {48, 0.6, 18, 2.471},
{48, 1.0, 12, 2.378}, {48, 1.0, 18, 2.300}, {54, 0.6, 15, 3.016}, {54, 0.8, 12, 2.796}, {54, 0.8, 18, 2.5758}, {54, 1.0, 15, 2.862}, {48, 0.8, 15, 2.784},
{48, 0.8, 15, 2.77}, {48, 0.8, 15, 2.783}} // TableForm

Out[1]/TableForm=
  42    0.6    15    2.439
  42    0.8    12    2.129
  42    0.8    18    2.213
  42    1.    15    2.307
  48    0.6    12    2.328
  48    0.6    18    2.471
  48    1.    12    2.378
  48    1.    18    2.3
  54    0.6    15    3.016
  54    0.8    12    2.796
  54    0.8    18    2.5758
  54    1.    15    2.862
  48    0.8    15    2.784
  48    0.8    15    2.77
  48    0.8    15    2.783

In[2]:= data1 =
  {{42, 0.6, 15, 2.439}, {42, 0.8, 12, 2.129}, {42, 0.8, 18, 2.213}, {42, 1.0, 15, 2.307}, {48, 0.6, 12, 2.328}, {48, 0.6, 18, 2.471}, {48, 1.0, 12, 2.378},
  {48, 1.0, 18, 2.300}, {54, 0.6, 15, 3.016}, {54, 0.8, 12, 2.796}, {54, 0.8, 18, 2.5758}, {54, 1.0, 15, 2.862}, {48, 0.8, 15, 2.784}, {48, 0.8, 15, 2.77}, {48, 0.8, 15, 2.783}}

Out[2]= {{42, 0.6, 15, 2.439}, {42, 0.8, 12, 2.129}, {42, 0.8, 18, 2.213}, {42, 1., 15, 2.307}, {48, 0.6, 12, 2.328}, {48, 0.6, 18, 2.471}, {48, 1., 12, 2.378}, {48, 1., 18, 2.3},
{54, 0.6, 15, 3.016}, {54, 0.8, 12, 2.796}, {54, 0.8, 18, 2.5758}, {54, 1., 15, 2.862}, {48, 0.8, 15, 2.784}, {48, 0.8, 15, 2.77}, {48, 0.8, 15, 2.783}}

In[3]:= f1[x_, y_, z_] = Fit[data1, {1, x, y, z, x^2, y^2, z^2, xy, xz, yz}, {x, y, z}]

Out[3]= -14.9232 + 0.197146 x - 0.000866111 x^2 + 4.99088 y - 0.00458333 x y - 2.2775 y^2 + 1.33567 z - 0.004225 x z - 0.0920833 y z - 0.0354056 z^2

In[4]:=
  f1[42, 0.6, 15]
  f1[42, 0.8, 12]
  f1[42, 0.8, 18]
  f1[42, 1.0, 15]
  f1[48, 0.6, 12]
  f1[48, 0.6, 18]
  f1[48, 1.0, 12]
  f1[48, 1.0, 18]
  f1[54, 0.6, 15]
  f1[54, 0.8, 12]
  f1[54, 0.8, 18]
  f1[54, 1.0, 15]
  f1[48, 0.8, 15]

Out[4]= 2.43115
Out[5]= 2.09107
Out[6]= 2.22537
Out[7]= 2.3404
Out[8]= 2.37377
Out[9]= 2.46647
Out[10]= 2.38252
Out[11]= 2.25422
Out[12]= 2.9826
Out[13]= 2.78363
Out[14]= 2.61372
Out[15]= 2.86985
Out[16]= 2.779

```

Рисунок Г.2 – Получение модели регрессии и расчетных значений по определению пропускной способности доильного аппарата в программе «Mathematika 4.2» (скриншот рабочего поля программы)

Таблица Г.2 – Вспомогательная таблица для расчета экспериментального значения критерия Фишера

№ опыта	\bar{y}_1	\hat{y}_1	$ \bar{y}_1 - \hat{y}_1 $	$(\bar{y}_1 - \hat{y}_1)^2$	\bar{y}_2	\hat{y}_2	$ \bar{y}_2 - \hat{y}_2 $	$(\bar{y}_2 - \hat{y}_2)^2$	
1	0,075	0,069	0,006	0,000036	2,439	2,43115	0,00785	0,000062	
2	0,258	0,256125	0,001875	0,000004	2,129	2,09107	0,03793	0,001439	
3	0,264	0,268125	0,004125	0,000017	2,213	2,22537	0,01237	0,000153	
4	0,462	0,46575	0,00375	0,000014	2,307	2,3404	0,0334	0,0011156	
5	0,045	0,052875	0,007875	0,000062	2,328	2,37377	0,04577	0,002095	
6	0,075	0,076875	0,001875	0,000004	2,471	2,46647	0,00453	0,000021	
7	0,474	0,472125	0,001875	0,000004	2,378	2,38252	0,00452	0,000020	
8	0,468	0,460125	0,007875	0,000062	2,300	2,25422	0,04578	0,002096	
9	0,084	0,08025	0,00375	0,000014	3,016	2,9826	0,0334	0,001116	
10	0,282	0,277875	0,004125	0,000017	2,796	2,78363	0,01237	0,000153	
11	0,276	0,277875	0,001875	0,000004	2,5758	2,61372	0,03792	0,001438	
12	0,480	0,486	0,006	0,000036	2,862	2,86985	0,00785	0,000062	
13	0,276	0,284	0,008	0,000064	2,784	2,779	0,005	0,000025	
14	0,306	0,284	0,022	0,000484	2,770	2,779	0,009	0,000081	
15	0,270	0,284	0,014	0,000196	2,783	2,779	0,004	0,000016	
				$\sum 0,001018$					$\sum 0,009893$

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица Д.1 – Результат испытаний влияния высоты поднятия отсасывающей трубки h от дна молокосорной камеры коллектора на пропускную способность коллектора Q и расход воздуха V

Параметры				Повторения	Q кг (приборы)	Q кг (ср)	Q кг/мин (расч)	V, м ³ /ч	V м ³ /ч (ср)	V, м ³ /ч (расч)
P, кПа	d ₀ , мм	h _т , мм	d _т , мм							
50	0,8	5	15	1	9,47	9,472	2,686	0,0085	0,0085	0,255
				2	9,42			0,0085		
				3	9,52			0,0085		
				4	9,43			0,0085		
				5	9,52			0,0085		
				6						
50	0,8	10	15	1	9,36	9,164	2,532	0,008	0,0086	0,258
				2	9,13			0,009		
				3	9,08			0,009		
				4	9,05			0,0085		
				5	9,20			0,0085		
				6						
50	0,8	15	15	1	9,57	9,454	2,677	0,0085	0,0085	0,255
				2	9,58			0,0085		
				3	9,33			0,0085		
				4	9,51			0,0085		
				5	9,28			0,0085		
				6						
50	0,8	20	15	1	9,52	9,486	2,693	0,008	0,0081	0,243
				2	9,35			0,008		
				3	9,37			0,0085		
				4	9,58			0,008		
				5	9,61			0,008		
				6						
50	0,8	25	15	1	9,27	9,322	2,611	0,0085	0,0083	0,249
				2	9,33			0,009		
				3	9,25			0,0075		
				4	9,58			0,0085		
				5	9,18			0,008		
				6						

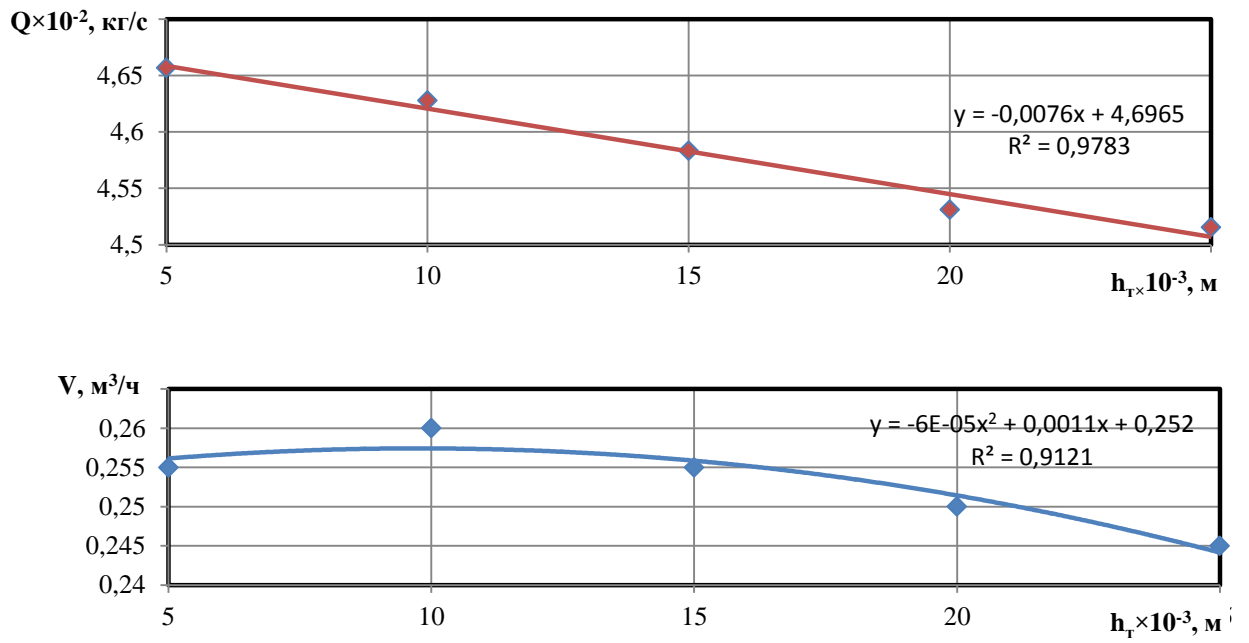


Рисунок Д.1 Графическая зависимость влияния высоты подъема трубки на пропускную способность и расход воздуха коллектора

Таблица Д.2 - Результат испытаний влияния высоты поднятия отсасывающей трубки h от дна молокосорборной камеры коллектора на пропускную способность Q коллектора от 1 мм до 7 мм

Параметры				Повторения	Q кг (приборы)	Q кг (ср)	Q кг/мин (расч)	V, м ³ /ч	V м ³ /ч (ср)	V, м ³ /ч (расч)
P, кПа	d ₀ , мм	h _г , мм	d _г , мм							
50	0,8	1	15	1	8,14	8,134	2,017	0,008	0,0074	0,222
				2	8,21			0,007		
				3	8,14			0,007		
				4	8,10			0,0075		
				5	8,08			0,0075		
				6						
50	0,8	2	15	1	8,84	8,77	2,335	0,008	0,0082	0,246
				2	8,71			0,0085		
				3	8,69			0,008		
				4	8,74			0,0085		
				5	8,87			0,008		
				6						
50	0,8	3	15	1	9,03	9,026	2,463	0,008	0,0085	0,255
				2	9,17			0,009		
				3	9,05			0,0085		
				4	8,92			0,0085		
				5	8,96			0,0085		
				6						
50	0,8	4	15	1	9,56	9,564	2,732	0,009	0,0088	0,264
				2	9,52			0,009		
				3	9,48			0,0085		
				4	9,52			0,0085		
				5	9,74			0,009		
				6						
50	0,8	5	15	1	9,47	9,472	2,686	0,0089	0,0087	0,262
				2	9,42			0,0085		
				3	9,52			0,0089		
				4	9,43			0,0085		
				5	9,52			0,0085		
				6						
50	0,8	6	15	1	8,98	9,016	2,458	0,0085	0,0086	0,258
				2	9,05			0,009		
				3	9,12			0,0085		
				4	8,97			0,009		
				5	8,96			0,008		
				6						
50	0,8	6	15	1	9,09	9,146	2,523	0,008	0,0085	0,255
				2	9,33			0,009		
				3	9,13			0,0085		
				4	9,09			0,008		
				5	9,09			0,09		
				6						

Таблица Д.3 – Результаты сравнительных испытаний влияния высоты поднятия отсасывающей трубки h от дна молокоборной камеры коллектора в интервале от 3 мм до 5 мм при разном вакуумметрическом давлении Р 46 кПа, 50 кПа, 54 кПа

Параметры				Повторения	Q кг (приборы)	Q кг (ср)	Q кг/мин (расч)	V, м ³ /ч	V м ³ /ч (ср)	V, м ³ /ч (расч)
Р, кПа	d ₀ , мм	h _г , мм	d _г , мм							
50	0,8	3	15	1	9,03	9,026	2,463	0,008	0,0085	0,255
				2	9,17			0,009		
				3	9,05			0,0085		
				4	8,92			0,0085		
				5	8,96			0,0085		
				6						
50	0,8	4	15	1	9,56	9,564	2,732	0,009	0,0088	0,264
				2	9,52			0,009		
				3	9,48			0,0085		
				4	9,52			0,0085		
				5	9,74			0,009		
				6						
50	0,8	5	15	1	9,47	9,472	2,686	0,0085	0,0085	0,255
				2	9,42			0,0085		
				3	9,52			0,0085		
				4	9,43			0,0085		
				5	9,52			0,0085		
				6						
46	0,8	3	15	1	9,02	9,02	2,46	0,008	0,0085	0,255
				2	9,03			0,0095		
				3	9,0			0,008		
				4	9,01			0,009		
				5	9,04			0,008		
				6						
46	0,8	4	15	1	9,28	9,26	2,58	0,008	0,0085	0,255
				2	9,25			0,0095		
				3	9,26			0,008		
				4	9,24			0,008		
				5	9,29			0,009		
				6						
46	0,8	5	15	1	9,72	9,63	2,74	0,008	0,0082	0,246
				2	9,5			0,008		
				3	9,62			0,0085		
				4	9,7			0,0085		
				5	9,6			0,008		
				6						
54	0,8	3	15	1	9,43	9,432	2,666	0,008	0,0083	0,249
				2	9,34			0,008		
				3	9,52			0,008		
				4	9,41			0,0085		
				5	9,46			0,009		
				6						

Продолжение таблицы Д.3

Параметры				Повторения	Q кг (приборы)	Q кг (ср)	Q кг/мин (расч)	V, м ³ /ч	V м ³ /ч (ср)	V, м ³ /ч (расч)
P, кПа	d ₀ , мм	h _г , мм	d _г , мм							
54	0,8	4	15	1	9,72	9,77	2,835	0,008	0,0083	0,249
				2	9,8			0,009		
				3	9,87			0,008		
				4	9,77			0,0085		
				5	9,70			0,008		
				6						
54	0,8	5	15	1	9,54	9,5	2,7	0,0085	0,0085	0,255
				2	9,57			0,008		
				3	9,4			0,009		
				4	9,5			0,008		
				5	9,49			0,009		
				6						

Таблица Д.4 – Результаты сравнительных испытаний влияния h высоты поднятия отсасывающей трубки от дна молокосборной камеры коллектора и диаметра отсасывающей трубки на пропускную способность доильного аппарата в интервале от 3 мм до 5 мм при разном диаметре D отсасывающей трубки 18 мм и 12 мм

Параметры				Повторения	Q кг (приборы)	Q кг (ср)	Q кг/мин (расч)	V, м ³ /ч	V м ³ /ч (ср)	V, м ³ /ч (расч)
P, кПа	d ₀ , мм	h _г , мм	d _г , мм							
50	0,8	3	12	1	9,42	9,38	2,64	0,009	0,0088	0,264
				2	9,39			0,009		
				3	9,33			0,0085		
				4	9,40			0,009		
				5	9,36			0,0085		
				6						
50	0,8	4	12	1	9,82	9,81	2,855	0,009	0,0089	0,267
				2	9,81			0,009		
				3	9,79			0,0085		
				4	9,84			0,0095		
				5	9,77			0,0085		
				6						
50	0,8	5	12	1	9,56	9,53	2,715	0,009	0,0091	0,273
				2	9,59			0,009		
				3	9,44			0,009		
				4	9,49			0,0095		
				5	9,55			0,009		
				6						
50	0,8	3	18	1	9,85	9,85	2,875	0,0095	0,0095	0,285
				2	9,8			0,01		
				3	9,89			0,0095		
				4	9,82			0,009		
				5	9,85			0,0095		
				6						

Продолжение таблицы Д.4

Параметры				Повторения	Q кг (приб)	Q кг (ср)	Q кг/мин (расч)	V, м ³ /ч	V м ³ /ч (ср)	V, м ³ /ч (расч)
P, кПа	d ₀ , мм	h _г , мм	d _г , мм							
50	0,8	4	18	1	9,95	9,93	2,915	0,0095	0,0095	0,285
				2	9,93			0,01		
				3	9,92			0,009		
				4	9,94			0,01		
				5	9,91			0,009		
				6						
50	0,8	5	18	1	9,86	9,84	2,87	0,009	0,0091	0,273
				2	9,84			0,0095		
				3	9,82			0,009		
				4	9,81			0,009		
				5	9,83			0,009		
				6						

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Таблица Е.1 – Результаты эксперимента влияния диаметра жиклера d_0 на пропускную способность Q доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора и потребление воздуха коллектором V .

Параметры				Повторения	Q кг (приборы)	Q кг (ср)	Q кг/мин (расч)	V, м ³ /2мин	V м ³ /2мин (ср)	V, м ³ /ч (расч)
P, кПа	d ₀ , мм	h _г , мм	d _г , мм							
50	0,5	4	15	1	9,97	9,968	2,934	0,002	0,0019	0,057
				2	9,94			0,0018		
				3	9,97			0,0021		
				4	10			0,0019		
				5	10,2			0,0019		
				6						
50	0,6	4	15	1	10,04	10,25	3,075	0,003	0,0032	0,096
				2	10,45			0,003		
				3	10,27			0,004		
				4	10,26			0,002		
				5	10,23			0,004		
				6						
50	0,7	4	15	1	10,5	10,34	3,12	0,006	0,006	0,182
				2	10,33			0,0065		
				3	10,12			0,0055		
				4	10,58			0,006		
				5	10,54			0,006		
				6						
50	0,8	4	15	1	10,35	10,358	3,129	0,0095	0,0092	0,276
				2	10,27			0,0095		
				3	10,5			0,009		
				4	10,37			0,009		
				5	10,3			0,009		
				6						
50	0,9	4	15	1	10,12	10,28	3,09	0,012	0,0115	0,352
				2	10,03			0,1		
				3	10,29			0,1		
				4	10,52			0,012		
				5	10,16			0,01		
				6						
50	1	4	15	1	10,04	10,042	2,971	0,015	0,0142	0,426
				2	10,09			0,013		
				3	10,06			0,014		
				4	10,1			0,014		
				5	9,92			0,015		
				6						

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Таблица Ж.1 – Результат испытаний влияния диаметра $d_T = 12$ мм, 15 мм, 18 мм отсасывающей трубки на пропускную способность коллектора Q и расход воздуха V

Параметры				Повторения	Q кг (приборы)	Q кг (ср)	Q кг/мин (расч)	V, м ³ /2 мин	V м ³ /2 мин (ср)	V, м ³ /ч (расч)
P, кПа	d ₀ , мм	h _T , мм	d _T , мм							
50	0,8	4	12	1	10,09	9,856	2,878	0,0085	0,0091	0,273
				2	9,82			0,009		
				3	9,81			0,009		
				4	9,77			0,0095		
				5	9,79			0,0095		
				6						
50	0,8	4	13,5	1	9,26	9,524	2,712	0,0088	0,0092	0,274
				2	9,22			0,009		
				3	9,08			0,009		
				4	9,42			0,0095		
				5	9,38			0,0095		
				6						
50	0,8	4	15	1	9,95	9,938	2,919	0,0095	0,0093	0,279
				2	10,0			0,009		
				3	9,98			0,009		
				4	9,93			0,01		
				5	9,92			0,009		
				6						
50	0,8	4	16,5	1	10,58	10,4	3,15	0,0095	0,0093	0,278
				2	10,52			0,009		
				3	10,52			0,009		
				4	10,21			0,098		
				5	10,47			0,009		
				6				0,0095		
50	0,8	4	18	1	10,35	10,358	3,129	0,0095	0,0092	0,276
				2	10,27			0,0095		
				3	10,5			0,009		
				4	10,37			0,009		
				5	10,3			0,009		
				6						

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Таблица К.1 – Результат испытаний влияния величины вакуума $p = 42$ кПа, 46 кПа, 50 кПа, 54 кПа на пропускную способность коллектора Q и расход воздуха V .

Параметры				Повторения	Q кг (приборы)	Q кг (ср)	Q кг (расч)	V, м ³ /ч	V м ³ /ч (ср)	V, м ³ /ч (расч)
P, кПа	d ₀ , мм	h _T , мм	d _T , мм							
42	0,8	4	15	1	8,84	8,864	2,382	0,009	0,0087	0,261
				2	9,0			0,009		
				3	8,88			0,009		
				4	8,88			0,009		
				5	8,87			0,0075		
				6						
46	0,8	4	15	1	9,61	9,828	2,864	0,008	0,0088	0,264
				2	9,87			0,009		
				3	9,94			0,009		
				4	9,88			0,009		
				5	9,84			0,009		
				6						
50	0,8	4	15	1	10,35	10,358	3,129	0,0095	0,0092	0,276
				2	10,27			0,0095		
				3	10,5			0,009		
				4	10,37			0,009		
				5	10,3			0,009		
				6						
54	0,8	4	15	1	10,89	10,7	3,3	0,009	0,009	0,270
				2	10,64			0,009		
				3	10,63			0,009		
				4	10,73			0,009		
				5	10,61			0,009		
				6						

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Таблица Л.1 – Результат испытаний Колебаний вакуума под сосками вымени коровы

Название	№ опыта	Пропускная способность Q, кг/с	Δp , кПа	$\Delta p_{ср}$, кПа
1	2	3	4	5
АДУ - 1	1	0,8	8,1	8
	2		8,2	
	3		7,8	
	4		8	
	5		7,9	
	1	1,6	6,8	7
	2		6,9	
	3		6,9	
	4		7,3	
	5		7	
	1	3,2	8,7	8,5
	2		8,5	
	3		8,7	
	4		8,3	
	5		8,5	
	1	4,8	9,9	10
	2		10,3	
	3		9,7	
	4		10	
	5		10,1	
	1	6,5	10,4	10
	2		10,1	
	3		10,3	
	4		9,6	
	5		9,8	
1	8,1	11,3	11	
2		11,0		
3		11,2		
4		10,8		
5		10,7		

Продолжение таблицы Л.1

Название	№ опыта	Пропускная способность Q, кг/с	Δp , кПа	$\Delta p_{ср}$, кПа
1	2	3	4	5
Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора	1	0,8	4,7	4,8
	2		4,9	
	3		4,8	
	4		4,8	
	5		4,9	
	1	1,6	5,7	5,8
	2		6,0	
	3		5,9	
	4		5,5	
	5		6	
	1	3,2	5,7	5,8
	2		5,6	
	3		6,0	
	4		5,7	
	5		5,9	
	1	4,8	6,3	6,5
	2		6,3	
	3		6,4	
	4		6,8	
	5		6,6	
	1	6,5	6,3	6,4
	2		6,4	
	3		6,5	
	4		6,3	
	5		6,4	
1	8,1	6,9	6,8	
2		6,9		
3		6,9		
4		6,6		
5		6,6		

ПРИЛОЖЕНИЕ М

Результаты проведения многофакторного эксперимента и обработки полученных результатов были построены поверхности отклика Представленные на следующих рисунках:

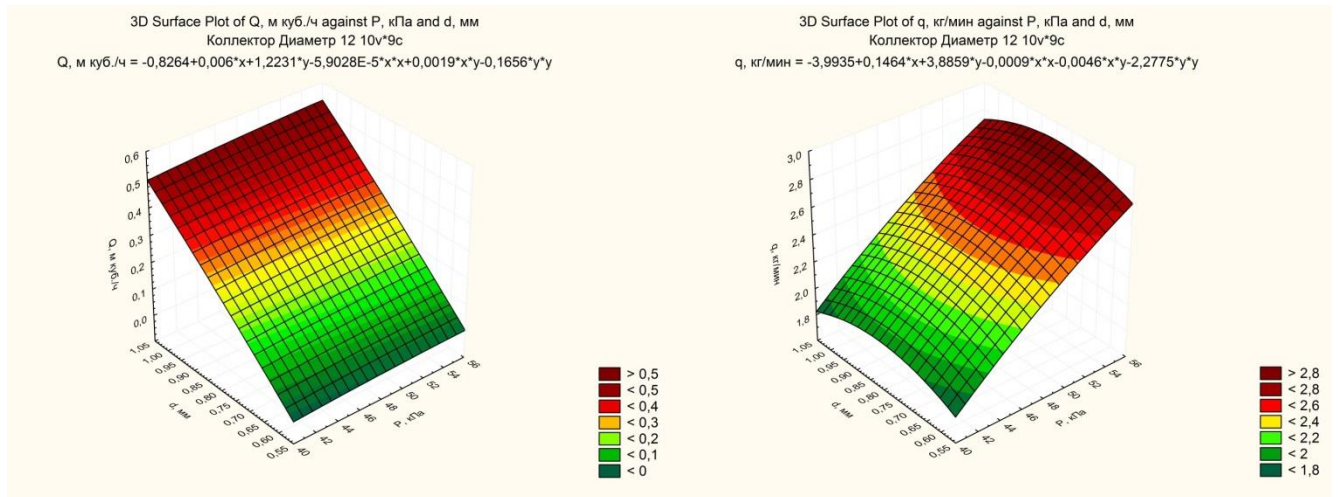


Рисунок М.1 – Поверхности отклика, характеризующие зависимость расхода воздуха и пропускной способности коллектора от вакуумметрического давления и диаметра отверстия в корпусе коллектора при диаметре отсасывающей трубки 12 мм

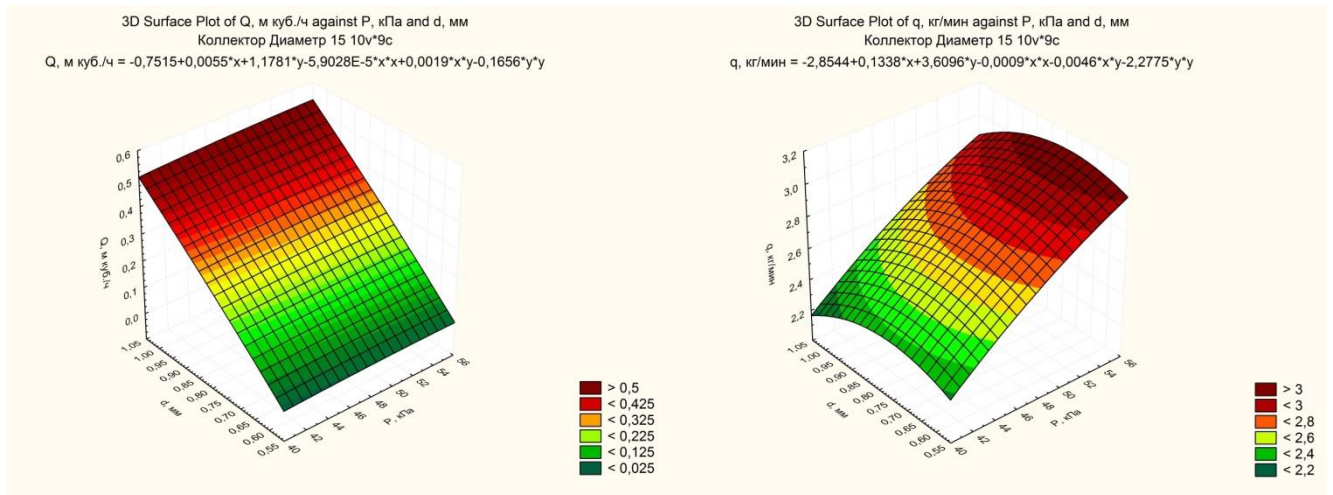


Рисунок М.2 – Поверхности отклика, характеризующие зависимость расхода воздуха и пропускной способности коллектора от вакуумметрического давления и диаметра отверстия в корпусе коллектора при диаметре отсасывающей трубки 15 мм

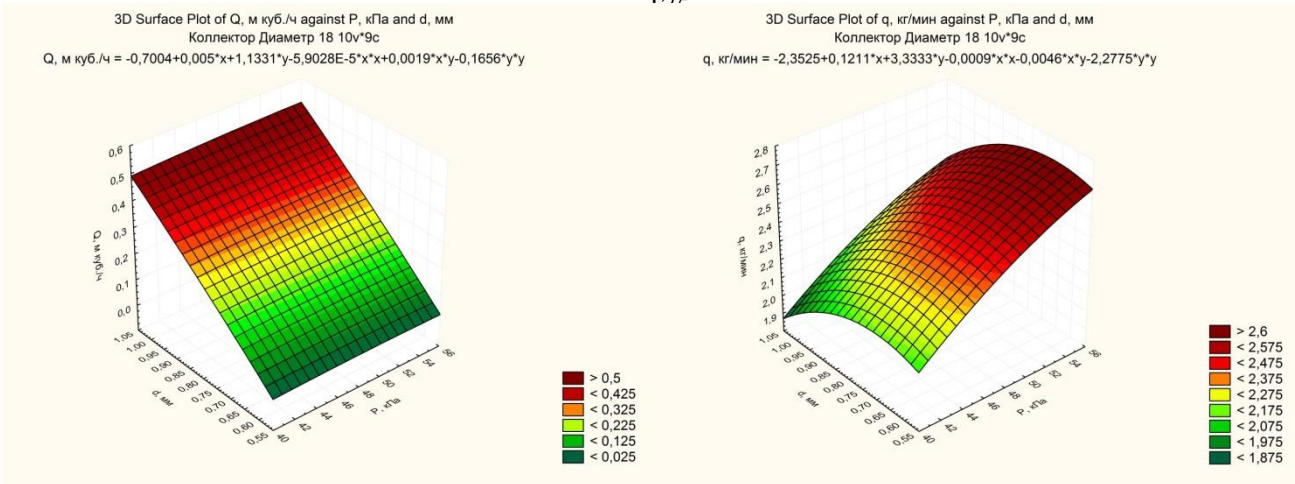


Рисунок М.3 – Поверхности отклика, характеризующие зависимость расхода воздуха и пропускной способности коллектора от вакуумметрического давления и диаметра отверстия в корпусе коллектора при диаметре отсасывающей трубки 18 мм

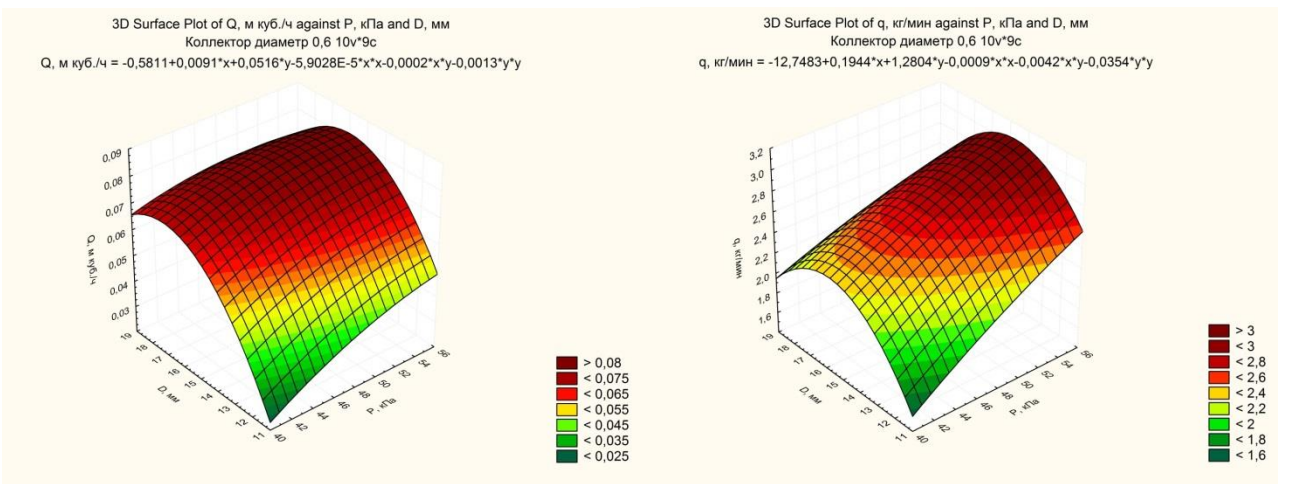


Рисунок М.4 – Поверхности отклика, характеризующие зависимость расхода воздуха и пропускной способности коллектора от вакуумметрического давления и диаметра отсасывающей трубки при диаметре отверстия в корпусе коллектора 0,6 мм

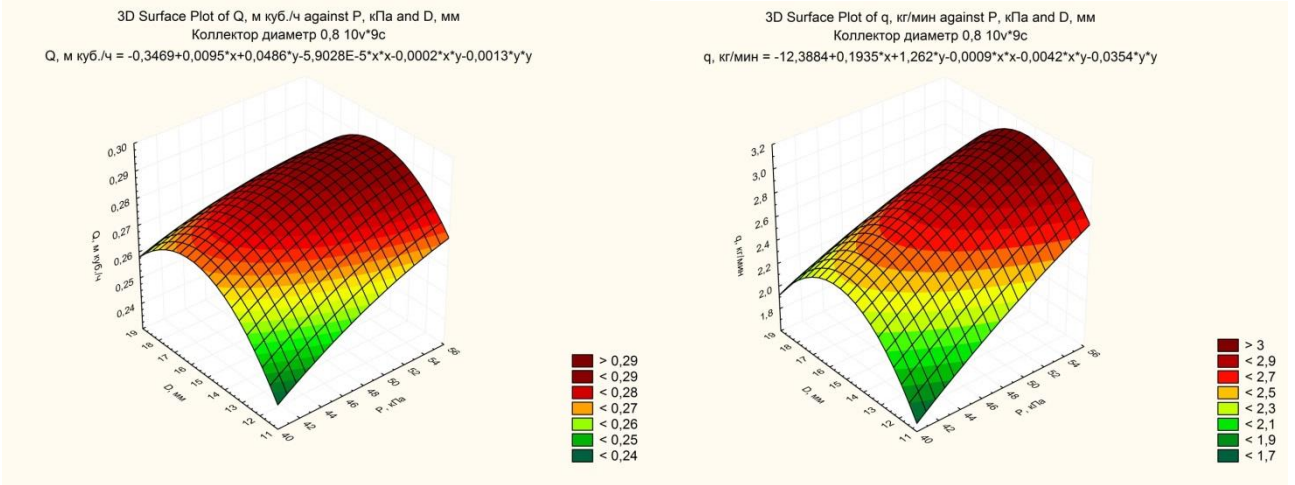


Рисунок М.5 – Поверхности отклика, характеризующие зависимость расхода воздуха и пропускной способности коллектора от вакуумметрического давления и

диаметра отсасывающей трубки при диаметре отверстия в корпусе коллектора 0,8 мм

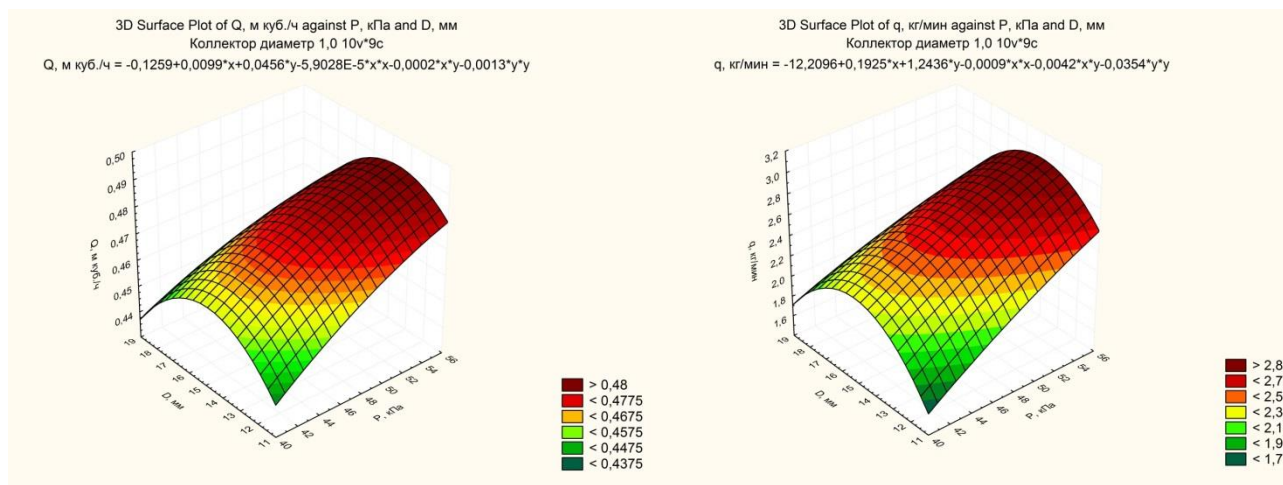


Рисунок М.6 – Поверхности отклика, характеризующие зависимость расхода воздуха и пропускной способности коллектора от вакуумметрического давления и диаметра отсасывающей трубки при диаметре отверстия в корпусе коллектора 1,0 мм

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Таблица Н.1- Результаты сравнительных испытаний серийных доильных аппаратов и доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора.

Название	№ опыта	р, кПа	Удой, кг	Средний удой
Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора	1	42	2,4	2,382
	2		2,37	
	3		2,38	
АДУ - 1	1	42	1,6	1,57
	2		1,55	
	3		1,57	
АДС - 25	1	42	1,85	1,88
	2		1,9	
	3		1,88	
DeLaval MC 11	1	42	2,1	2,05
	2		2,0	
	3		2,04	
Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора	1	44	2,59	2,62
	2		2,64	
	3		2,63	
АДУ - 1	1	44	1,58	1,62
	2		1,65	
	3		1,63	
АДС - 25	1	44	1,95	1,97
	2		1,99	
	3		1,98	
DeLaval MC 11	1	44	2,15	2,13
	2		2,11	
	3		2,14	
Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора	1	46	2,88	2,86
	2		2,87	
	3		2,85	
АДУ - 1	1	46	1,75	1,73
	2		1,69	
	3		1,76	
АДС - 25	1	46	2,09	2,15
	2		2,2	
	3		2,15	
DeLaval MC 11	1	46	2,25	2,3
	2		2,35	
	3		2,3	

Продолжение таблицы Н.1

Название	№ опыта	р, кПа	Удой, кг	Средний удой
Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора	1	48	3	3,015
	2		3,1	
	3		2,95	
АДУ - 1	1	48	1,8	1,81
	2		1,79	
	3		1,85	
АДС - 25	1	48	2,4	2,45
	2		2,48	
	3		2,47	
DeLaval MC 11	1	48	2,7	2,65
	2		2,6	
	3		2,65	
Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора	1	50	3,1	3,126
	2		3,15	
	3		3,13	
АДУ - 1	1	50	1,9	1,91
	2		1,89	
	3		1,94	
АДС - 25	1	50	2,7	2,67
	2		2,66	
	3		2,64	
DeLaval MC 11	1	50	2,86	2,84
	2		2,83	
	3		2,84	
Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора	1	52	3,28	3,28
	2		3,27	
	3		3,29	
АДУ - 1	1	52	2,0	1,99
	2		1,9	
	3		2,09	
АДС - 25	1	52	2,9	2,85
	2		2,8	
	3		2,85	
DeLaval MC 11	1	52	2,9	2,86
	2		2,85	
	3		2,84	

Продолжение таблицы Н.1

Название	№ опыта	р, кПа	Удой, кг	Средний удой
Доильный аппарат с верхним отводом молока из коллектора	1	54	3,35	3,3
	2		3,4	
	3		3,3	
АДУ - 1	1	54	2,14	2,23
	2		2,26	
	3		2,29	
АДС - 25	1	54	2,95	3,03
	2		3,1	
	3		3,04	
DeLaval MC 11	1	54	3,3	3,2
	2		3,1	
	3		3,2	

ПРИЛОЖЕНИЕ П

Расчет для определения сходимости результатов:

Исходные данные: $p_6 = 48000$ Па; $p_1 = 48000$ Па; $p_2 = 40000$ Па; $k = 2,5$; $\rho_{cm} = 600$ кг/м³; $d_0 = 0,0006$ м; $0,0008$ м; $0,001$ м; $g = 9,81$ м/с²; $D = 0,09$ м; $z = 0,05$ м; $\lambda = 0,2$; $\pi = 3,14$; $\rho_6 = 1,184$ кг/м³

Для нахождения теоретического диаметра отверстия для впуска воздуха использовали формулу (2.45) :

$$v_1 = \sqrt{\frac{(p_6 - \rho_{cm} g \cdot z)}{\rho_6 (1 + 0,5\lambda)}}, \text{ а так как } Q_B = v_1 \cdot f_0$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{(48000 - 600 \cdot 9,81 \cdot 0,05)}{1,187(1 + 0,5 \cdot 0,2)}}$$

$$v_1 = 141,65 \text{ м/с}$$

$$f_0 = \frac{3,142 \cdot d_0^2}{4}$$

1) $d_0 = 0,001$ м

$$f_0 = 7,855 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$$

$$Q_6 = 1,113 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

2) $d_0 = 0,0008$ м

$$f_0 = 5,027 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$$

$$Q_6 = 7,121 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

3) $d_0 = 0,0006$ м

$$f_0 = 2,828 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$$

$$Q_6 = 4,006 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

Результаты приведены на графике в главе 3 на рисунке 3.28.

Для нахождения теоретического диаметра отсасывающей трубки использовали формулу (2.66):

$$d_m = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot \lambda \cdot \rho_m \cdot Q_m^2 \cdot (1+k) \cdot z}{\pi^2 \cdot D^2 \cdot [(p_1 - p_2) - \rho_{cm} \cdot g \cdot z]}}$$
, для расчета использовалась программа Mathcad

prime 3.1, результаты приведены в виде скриншотов из программы.

1) $d_m = 0,015$ м

$$d_m = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot \lambda \cdot \rho_m \cdot Q_m^2 \cdot (1+k) \cdot z}{\pi^2 \cdot D^2 \cdot (10000 - \rho_{cm} \cdot g \cdot z)}} \xrightarrow{\text{solve, } Q_m} 0.00300664668261976289$$

2) $d_m = 0,012$ м

$$d_m = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot \lambda \cdot \rho_m \cdot Q_m^2 \cdot (1+k) \cdot z}{\pi^2 \cdot D^2 \cdot (10000 - \rho_{cm} \cdot g \cdot z)}} \xrightarrow{\text{solve, } Q_m} 0.0021513812373318480955$$

2) $d_m = 0,018$ м

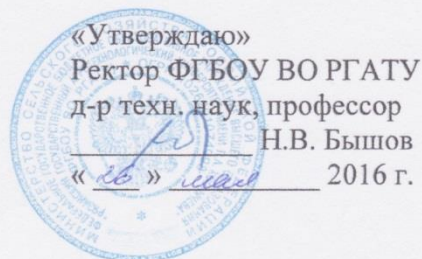
$$d_m = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot \lambda \cdot \rho_m \cdot Q_m^2 \cdot (1+k) \cdot z}{\pi^2 \cdot D^2 \cdot (10000 - \rho_{cm} \cdot g \cdot z)}} \xrightarrow{\text{solve, } Q_m} -0.0039674059651912897839$$

$Q := 0.003$	$k := 3.6$	$H := 0.05$
$\varphi := 0.97$	$g := 9.81$	$p := 8000$
$\pi := 3.14$	$\rho_1 := 700$	
$d := 0.015$	$\rho_2 := 1027$	

$$h := \sqrt[3]{\left(\frac{3 \cdot Q}{2 \cdot (\sqrt{2 \cdot g} \cdot \varphi \cdot \pi \cdot d) \cdot k} + \sqrt{\left(\frac{\rho_1 \cdot H + \frac{p}{\rho_1 \cdot g}}{\rho_2} \right)^3} \right)^2} - \left(\frac{\rho_1 \cdot H + \frac{p}{\rho_1 \cdot g}}{\rho_2} \right)$$

$h = 0.004$

ПРИЛОЖЕНИЕ Р




АКТ
внедрения научно-технической разработки

Докторантом Хрипиным В.А., аспирантами Набатчиковым А.В., Панферовым Н.С. и Хрипиным А.А. разработаны методика и лабораторная установка для исследования технических средств, в том числе доения, с целью определения их расхода воздуха при работе. Измерения производятся автоматически, тем самым сводится воздействие человеческого фактора к минимуму, что повышает точность определения показаний. Предложенные технические решения позволяют проводить сравнительные испытания различных доильных аппаратов и технических средств их снятия с вымени по завершении доения, а также учебные занятия на факультетах инженерном и ветеринарной медицины и биотехнологии при изучении дисциплин кафедры с целью приобретения практических навыков при обращении с доильной техникой.

Разработанные методика и лабораторная установка для исследования технических средств доения представляют значимую практическую ценность, внедрены на кафедре «Технические системы в АПК» и могут подлежать широкому распространению.

Заведующий кафедрой
«Технические системы в АПК»,
д-р техн. наук, профессор

 В.М. Ульянов

ПРИЛОЖЕНИЕ С

«Утверждаю»
 Ректор ФГБОУ ВО РГАТУ
 имени П.А. Костычева
 Н.В. Бышов
 « 10 » сентября 2016 г.

«Утверждаю»
 глава КФХ
 Сконников И.Ю.
 И.Ю. Сконников
 « 10 » сентября 2016 г.

АКТ

Мы, нижеподписавшиеся, заведующая молочно-товарной фермой ИП (глава КФХ) Сконников И.Ю. Захарцева Ольга Александровна и зоотехник-селекционер Муравьёва Екатерина Сергеевна, с одной стороны, сотрудники кафедры «Технические системы в АПК» Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ) заведующий кафедрой Ульянов В.М., докторант Хрипин В.А., аспиранты Панферов Н.С., Набатчиков А.В. и Хрипин А.А., магистрант Евсенина М.В., с другой стороны, составили настоящий акт в том, что в период с 15 августа по 13 сентября 2016 года на молочно-товарной ферме ИП (глава КФХ) Сконников И.Ю. Рязанской области проводились производственные испытания доильного аппарата, разработанного на кафедре «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО РГАТУ.

Экспериментальный переносной двухтактный доильный аппарат попарного действия содержит доильные стаканы, соединенные с оригинальным коллектором с верхним отводом молока из него, молочно-вакуумные шланги и модуль управления, служащий для автоматического слежения за процессом доения и снятия подвесной части по завершении доения. Он представляет собой панель, на которой смонтированы пульт, индикатор надоя, устройство для автоматического снятия подвесной части, электромагнитные, электропневматический и мембранный воздушно-вакуумный клапаны, электронное реле времени, пульсатор, источник питания, скоба для подвешивания к вакуумпроводу.

Техническая новизна экспериментального доильного аппарата подтверждена патентами РФ № 2565276, № 2203535 и № 2534511.

В коллекторе установлена отсасывающая трубка, нижний конец которой размещен у дна молокосборной камеры, а верхний – в зоне выходного отверстия молочного патрубка. Подключение и отключение коллектора осуществляется оператором посредством штока, перемещающего клапан, который является продолжением отсасывающей трубки и своей боковой поверхностью перекрывает выходное отверстие молочного патрубка. Верхний отвод молока из коллектора при доении значительно повышает его производительность и стабилизирует вакуумный режим под сосками вымени коровы.

В начале доения, оператор подключает доильный аппарат к источнику вакуума, вытягивает шнур барабана устройства и надевает доильные стаканы на вымя коровы. Начинается процесс доения, за которым в автоматическом режиме следит модуль управления, отображая на индикаторе величину надоя и интенсивность молоковыведения. Молоко от доильных стаканов поступает в молокосорную камеру коллектора и далее – в молокопровод. При снижении интенсивности молокоотдачи менее 200 г/мин модуль управления с задержкой в 20... 40 секунд подает команду на снятие доильного аппарата. В результате наматывания нити на барабан подвесная часть доильного аппарата стягивается с сосков вымени, выводится из-под коровы, и висит под вакуумпроводом.

С целью проведения сравнительных производственных испытаний экспериментального доильного аппарата были подобраны коровы-аналоги, сформированные в две группы по шестнадцать голов: опытную и контрольную. Опытному периоду продолжительностью 20 дней предшествовал подготовительный пятидневный период. Заключительный период составлял также пять дней. Подобранные коровы черно-пестрой породы живой массой 550 ± 20 кг находились в 2...3 периодах лактации с удоём 6155 ± 100 кг за предыдущую лактацию. Доение животных было двухразовое в молокопровод. Контрольную группу доили аппаратом попарного доения, а опытную группу – экспериментальным.

Результаты проведенных сравнительных испытаний экспериментального аппарата и серийно выпускаемого АДС -25 представлены в таблице ниже.

Таблица – Результаты производственных сравнительных испытаний









Показатели	Доильный аппарат		Разница, %
	АДС -25	Экспер.	
1. Количество коров в группе, гол	16	16	-
2. Количество молока от группы за дойку, кг	163,2	170,7	+4,6
3. Продолжительность доения группы, ч	0,44	0,38	-14
4. Разовый средний удой на корову, кг	10,2	10,7	+4,7
5. Общая продолжительность доения коровы, мин	5	4,25	-15
6. Интенсивность молоковыведения, л/мин	2,04	2,52	+23,5
7. Количество доильных аппаратов, шт	3	3	-

Производственные испытания показали работоспособность экспериментального доильного аппарата, применение которого увеличивает по сравнению с АДС- 25 среднюю интенсивность молоковыведения на 19% и сокращает общую продолжительности доения коровы на 15%, что позволяет при привязном содержании коров повысить производительность оператора машинного доения с 26 до 29 гол/час.

Все коровы опытной группы спокойно переносили режим доения, полно и без задержек отдавали молоко. Патологических изменений и заболевание вымени коров маститом за период проведения исследований не наблюдалось.

Из результатов проведенных испытаний следует, что применение экспериментального доильного аппарата попарного доения с верхним отводом молока из коллектора повышает его производительность за счет высокой отсасывающей способности коллектора и стабилизации вакуумного режима под сосками вымени коровы при доении.

На основании выше изложенного, можно заключить, что разработанный доильный аппарат эффективен и может быть рекомендован к широкому производственному применению на молочно-товарных фермах.

Заведующая молочно-товарной фермой ИП (глава КФХ) Сконников И.Ю.		О.А. Захарцева
Зоотехник-селекционер ИП (глава КФХ) Сконников И.Ю.		Е.С. Муравьева
Заведующий кафедрой «Технические системы в АПК»		В.М. Ульянов
Докторант кафедры «Технические системы в АПК»		В.А. Хрипин
Аспирант кафедры «Технические системы в АПК»		Н.С. Панферов
Аспирант кафедры «Технические системы в АПК»		А.В. Набатчиков
Аспирант кафедры «Технические системы в АПК»		А.А. Хрипин
Магистрант кафедры «Технические системы в АПК»		М.В. Евсенина

ПРИЛОЖЕНИЕ Т

«УТВЕРЖДАЮ»
 Ректор ФГБОУ ВО РГАТУ
 имени П.А. Костычева
 Н.В. Бышов
 « 20 » сентября 2016 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
 глава КФХ
 Сконников И.Ю.
 И.Ю. Сконников
 « 20 » сентября 2016 г.

АКТ

внедрения в производство научно-технической разработки

- 1. Наименование внедренного мероприятия:** Переносной двухтактный доильный аппарат попарного доения (пат. РФ № 2565276 С1, № 2203535 С1 и № 2534511 С1)
- 2. Каким научным/образовательным учреждением мероприятие предложено к внедрению:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ)
- 3. Кем и когда принято решение о внедрении мероприятия:** Управлением сельского хозяйства Ряжского района Рязанской области, сентябрь 2016 года.
- 4. Наименование хозяйства:** ИП (глава КФХ) Сконников И.Ю.
- 5. Объем внедрения мероприятия:** комплект доильных аппаратов в количестве четырех штук
- 6. Расчетный экономический эффект от внедрения на единицу (га, гол., и т.п.) и на весь объем:** 561 рубль на одну голову и 123479 рублей на 220 коров (без учета сухостойных)
- 7. Лица, участвующие во внедрении мероприятия:** заведующая молочно-товарной фермой ИП (глава КФХ) Сконников И.Ю. Захарцева О. А. и зоотехник-селекционер Муравьева Е. С., сотрудники кафедры «Технические системы в АПК» ФГБОУ ВО РГАТУ: заведующий кафедрой Ульянов В.М., докторант Хрипин В.А., аспиранты Панферов Н.С., Набатчиков А.В. и Хрипин А.А., магистрант Евсенина М.В.

Представители
 ИП (глава КФХ) Сконников И.Ю.

Представители ФГБОУ ВО РГАТУ

 О. А. Захарцева

 Е.С. Муравьева

 В.М. Ульянов

 В.А. Хрипин

 Н.С. Панферов

 А.В. Набатчиков

 А.А. Хрипин

 М.В. Евсенина

ПРИЛОЖЕНИЕ У

247016
Гомельская область

д. Еремино
ул. Сурганова 14
тел. (0232) 933-666 сбыт



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ОАО "Гомельагрокомплект"
_____ А. А. Стрибук



ПРАЙС-ЛИСТ № 1

ОТПУСКНЫХ ЦЕН на продукцию завода :
вводится с "18" января 2016 г.



№ п/п	Наименование продукции	код	Цена франко-отправления в рос. руб. (без НДС)	Цена франко-отправления в рос. руб. (с НДС)
1	Установка доильная 2АДСН -01 с доением в молокопровод на 200г, с молокоприемным узлом в молочном блоке с циркуляционной промывкой	01382	855 263	1 009 209,75
2	Установка доильная 2АДСН с доением в молокопровод на 200г с циркуляционной промывкой	03024	906 450	1 069 611,00
3	Установка доильная 2АДСН с доением в молокопровод на 200г, с 2-мя молокоприемными узлами, с авт.промыки	05501	1 055 621	1 245 632,58
4	Установка доильная 2АДСН-01 с доением в молокопровод на 200г, с молокоприемным узлом в молочном блоке с автоматом промывки	01383А	979 979	1 156 375,42
5	Установка доильная АДС Н доением в молокопровод на 100г с циркуляционной промывкой	03030	491 724	580 234,57
6	Установка доильная АДСН на 100 голов с автоматической промывкой	05502	620 700	732 426,00
7	Установка доильная ПДУ -8 (передвижная с доением в ведро) с приводом от ВОМ	00115А	357 358	421 682,83
8	Установка доильная ПДУ -8М (передвижная с доением в молокопровод) без бака ДФ с приводом от ВОМ	00117А	343 529	405 364,42
9	Установка доильная ПДУ -8МА на 8 мест в молокопровод с доением в лагере	02555	554 046	653 774,08
10	Установка доильная ПДУ-8 с СНД -60 (передвижная с доением в ведро)	01106А	400 642	472 757,17
11	Установка доильная ПДУ-8 с электроприводом	00116	341 463	402 925,75
12	Установка доильная ПДУ-8М (передвижная с доением в молокопровод) без бака ДФ с приводом от электродви	00118А	322 921	381 046,58
13	Установка доильная ПДУ-8М (передвижная с доением в молокопровод) с приводом СНД-60 без бака ДФ	01114	395 188	466 321,25
14	Установка доильная ПДУ-8МА на 12 мест в молокопровод	02556	824 733	973 185,33
15	Установка индивид.доения УИД-2 00.000-01(на 2 ведра)	010047	53 288	62 879,25
16	Установка индивидуального доения УИД-1	03897	41 704	49 210,92
17	Установка индивидуального доения УИД-1 с (масл.насос)	010451	41 921	49 466,58
18	Автомат промывки АПБ 150.00.00.000 (на 150л.) мет	06728	151 163	178 372,08
19	Автомат промывки АПБ-150.00.00.000 (на 150 л.) пласт	05008	138 246	163 130,46

20	Автомат промывки АПБ-1А (без подогрева)	07589	115 011	135 713,21
21	Автомат промывки АПБ-1А-21 кВт (с подогревом)	07588	123 350	145 553,00
22	Адаптер АДС 25.00.001	00157	20	23,17
23	Аппарат доильный АДС 25Б.00.000 с кол.АДС 11Б.01.000-01	01675	10 663	12 581,75
24	Аппарат доильный "Сож" (в молопровод) АДС24.00.000	00154	10 129	11 952,42
25	Аппарат доильный "Сож" (в ведро) АДС 24А.00.000	01674	12 683	14 966,33
26	Аппарат доильный АДС 11.00.000	00156	3 354	3 957,92
27	Аппарат доильный АДС 25.00.000 без пульсатора	01901	3 350	3 953,00
28	Аппарат доильный УИД 07А.000	01676	6 050	7 139,00
29	Аппарат доильный попарного доения АДС 25.00.000	00151	4 908	5 791,83
30	Аппарат доильный попарного доения 25.00.000 с кол. АДС 11Б.01.000-01	00668	7 917	9 341,67
31	Аппарат доильный попарного доения АДС 25А.00.000 (в ведро)	00011 01672	7 633	9 007,33
32	Аппарат доильный попарного доения АДС 25А.00.000 без вед и пульс	01900	3 658	4 316,83
33	Бак АДС 04А.00.000 с пробкой АДС 04.00.004	01974	5 850	6 903,00
34	Бак АДСН 06.00.000 с пробкой	00794	7 275	8 584,50
35	Баллон АДС 09.01.100	00204	2 506	2 957,55
36	Баллон вакуумный 2АДС 01А.00.000	00181	4 457	5 259,19
37	Баллон вакуумный УДС 01.000	00202	2 542	2 999,17
38	Баллон вакуумный УДС 01А.000-01	0220А	4 128	4 871,61
39	Блок АДСН 05А 00 000	00898	594	701,22
40	Блок подвода воды АПБ 03.00.000	05385	16 671	19 671,58
41	Блок управления АПБ-1А	02858а	20 759	24 495,18
42	Блок управления насосами БУН-2	05451	13 288	15 679,25
43	Блок управления насосов БУН-1А для УД-Е	03426	14 813	17 478,75
44	Бокс ОСБМ 01.000	08269	3 167	3 736,52
45	Бокс ОСБМ 01.000 в сборе с соединениями и трубой ДУ 32 оц	010155	3 906	4 608,93
46	Бокс ОСБМ 02.000 с соедин. и тр. ДУ-32 оц.	010156	5 992	7 071,13
47	Бокс ОСБМ 02.000 с соединениями	08268	5 490	6 478,25
48	Бокс двойной ОСБ 02.000 грунт	01938	4 220	4 979,22
49	Бокс двойной ОСБМ 02.000	08267	4 442	5 242,14
50	Бокс одинарный ОСБ 01.000 грунт	01937	2 340	2 760,73
51	Вакуумрегулятор ВРВ 05.00.00 с резьбой	03443	3 406	4 019,23
52	Вакуумрегулятор ВРВ 05.00.00-01 без рез	03445	2 855	3 368,98
53	Вакуумрегулятор УДА 03.04.000	05201	2 041	2 408,68
54	Вакуумрегулятор УДА 03.04а.000	06265	2 199	2 595,26
55	Ведро доильное с крышкой	00231	3 796	4 479,08
56	Винт АДС 08.07.000	00233	18	21,23
57	Воронка АДС 09.01.411	00234	8	9,54
58	Вставка АДС 09.03.002	00236	28	32,91
59	Вставка РВ 01/026	00772	10	11,92
60	Вставка УИД 07.001	00238	9	10,06
61	Вставка УИД 07.003	00239	13	14,90

62	Втулка АДС 07.00.005	02131	19	22,06
63	Втулка АДС 08.02.000	00241	42	50,05
64	Втулка АДСН 08.00.002	00586	22	26,24
65	Втулка АДСН 08.00.004	00587	36	42,93
66	Втулка НМУ 04.004	00248	358	422,76
67	Втулка РВ 01/017	00242	15	17,89
68	Гайка АДС 02.00.001	00564	18	20,75
69	Гайка АДС 08.00.005	00560	20	23,18
70	Гайка АДС 09.01.016	00568	11	13,42
71	Гайка АДС 09.02.004	00561	50	59,50
72	Гайка АДСН 08.00.001	00588	21	24,92
73	Гайка НМУ 00.004	00566	42	49,68
74	Гайка НМУ 04.003	01418	120	141,79
75	Гайка НМУ 05.000	00585	55	64,81
76	Головка промывки АДС 00.00.034	00570	9	10,67
77	Груз АДС 11А.01.006	00742	36	42,58
78	Датчик АДС 09.01.410	00601	240	282,63
79	Датчик АПБ 04.00.000	03863	2 201	2 596,71
80	Датчик Д 100.00	00600а	197	232,55
81	Движок АДС 01.00.003	00602	23	27,07
82	Движок АДС 01А.00.003	00765	29	34,52
83	Движок АДС 07.01.005	00603	13	15,27
84	Держатель АДС 06.01.000	02481	59	70,16
85	Держатель АДС 12.00.002	00605	18	20,92
86	Держатель АДСН 13.01.000	00757	177	208,94
87	Держатель ММ 04Б.00.08	00727	10	11,33
88	Держатель РВ 01/012	00604	29	34,59
89	Держатель УДА 12.00.007	03359	46	53,94
90	Диффузор АДС 11.03.009	00608	11	13,12
91	Диффузор НМУ 00.005	00609	14	16,82
92	Дроссель РВ 01/010	00015	41	48,90
93	Дроссель резьбовой РВ 01/014	00610	8	9,54
94	Заглушка 2АДС 00.00.002 D50	00692	9	10,37
95	Заглушка АДС 00.00.021 D40	00691	8	9,54
96	Заглушка ОСБ 18А.002	03973	10	11,51
97	Зажим ОСП 00.026	01648	141	166,36
98	Звездочка ведущая горизонтальная транспортера ТНС -160Б	07816	4 996	5 895,07
99	Звездочка ведущая ЗВ 02 00.000 наклонного редуктора транс. ТСН-160 А	07871	4 222	4 981,69
100	Звездочка ведущая № ЗВ 03.00.000 гор. транс. ТСН-160 А	07870	5 274	6 223,79
101	Звездочка ведущая наклонного редуктора транспортера ТСН-160Б ЗВ.00.00.000	07817	3 879	4 577,02
102	Звездочка угловая поворотная ЗУП 01.00.000 гор, транс ТСН-160А	07868	2 881	3 399,06
103	Звездочка угловая поворотная горизонтального транспортера ТСН 160Б	07815	2 739	3 231,65
104	Калач ПДУ-8МА 00.001	03374	499	589,12
105	Камера АДС 11.03.004	00314	18	21,47
106	Камера РВ 01/018	00313	56	65,59

107	Камера предохранительная АДС 09.01.300	00315	963	1 135,75
108	Каркас ПДУ-8 базовый	00149	164 230	193 790,98
109	Каркас ПДУ-8 на 12 мест	01116A	249 124	293 966,01
110	Клапан АДС 11.03.012	00316	6	6,88
111	Клапан АДС 11А.01.200	01992	92	109,12
112	Клапан слива УДП 04.03.00.000	05683	1 128	1 331,43
113	Клапан спуска конденсата 2АДС 02.00.000 на продажу	00982	96	113,29
114	Клапан спуска конденсата 2АДС 02А.00.000 D50	00616	96	113,29
115	Клапан спуска конденсата АДС 10.00.000 D25	00958	43	50,74
116	Кожух АДС 09,01,015-01	04115	92	108,31
117	Колба ММ 04В.00.02	01692	104	122,24
118	Коллектор АДС 00.00.019	00320	55	64,99
119	Коллектор АДС 06.00.000 на бапп. L-1400	00321	1 076	1 270,08
120	Коллектор АДС 11А.01.000	00302	990	1 167,71
121	Коллектор АДС 11А.01.000-01	00303	1 004	1 184,92
122	Коллектор АДС 11Б.01.000	00296	1 008	1 189,83
123	Коллектор АДС 11Б.01.000-01	00297	1 021	1 204,58
124	Коллектор АДС 11Г.01.000	07578	456	538,11
125	Коллектор АДС 22.00.000 на 6 апп. L-1230	00344	2 653	3 130,47
126	Коллектор АДС 22.00.000-02	03485	3 482	4 108,37
127	Коллектор АДС 22А.00.000 на бапп. L-1905	01546	5 483	6 469,64
128	Коллектор АДСН 00.00.044(АДСН14А.00.000)	02893	63	74,53
129	Коллектор АДСН 00.00.045	05001	41	48,18
130	Коллектор АДСН 13.00.000 L-1850	01547	1 890	2 230,09
131	Колпачок ДПР 02.002	00323	27	31,84
132	Кольцо АДС 11.00.003	00325	11	13,12
133	Кольцо АДС 11.00.004	00326	11	13,12
134	Кольцо АДС 11.03.002	00324	7	8,71
135	Кольцо АДС 11.03.003	02134	9	10,73
136	Кольцо АДСН 00.00.006	01924	133	156,82
137	Кольцо в сборе ОСБ 08.000	02487	673	793,65
138	Корпус АДС 01.00.001	00329	36	42,93
139	Корпус АДС 01А.00.001	00761	43	51,28
140	Корпус АДС 07.01.004	00731	35	41,15
141	Корпус АДС 07.01.006	00330	35	41,15
142	Корпус АДС 08.06.001	00332	27	31,65
143	Корпус АДС 09.01.303	00334	179	211,47
144	Корпус АДС 10.00.003	00339	7	8,11
145	Корпус АДС 11.03.001	00336	18	21,47
146	Корпус АДС 11А.01.100	00739	985	1 162,75
147	Корпус АДС 12.00.001	00340	37	43,54
148	Корпус ВРВ 05 01 00-01	00709	200	235,53
149	Корпус ММ 04Б.00.07	01504	65	76,33
150	Корпус ММ 04В.00.01	01693	14	16,28
151	Корпус НМУ 03.000	00341	215	253,79
152	Корпус НМУ 03Б.000 с прокладкой (вместо кода 02167)	06988	2 386	2 815,91

ПРИЛОЖЕНИЕ Ф



ООО «МилкАгро», г.Рязань
официальный дилер ЗАО «ДеЛаваль»
☎ 8 (4912) 276 273

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
Общество с ограниченной ответственностью

«МилкАгро»

РФ, 390006, Рязанская область, г. Рязань, ул. Грибоедова д. 22 оф. Н11
E-mail: milkaagro62@gmail.com
ИНН/КПП 6234107134 / 623401001 р/с 40702810853000001576
к/с 30101810500000000614 Отделение № 8606 Сбербанка России г. Рязань

КОММЕРЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

№	Фото	Наименование	Артикул	Объем	Цена за ед. евро. без НДС
1		Подвесная часть серии MC73 Для промышленных доильных залов с доением более 12 часов в сутки и надоях свыше 12 000 кг за лактацию.	91540781	1 шт	500.06
		Допольный стакан SH3	96055090	1 шт	17.44
		Сосковая резина (4 шт.)	96400780	1 уп	23.95
		Короткие вакуумные трубки (4 шт.)	90844282	1 уп	3.93
2		Подвесная часть серии MC53 С верхней эвакуацией молока. Подходит для высокоудойного поголовья до 15 000 кг за лактацию.	91540482	1 шт	310.98
		Допольный стакан SH3	96055090	1 шт	17.44
		Сосковая резина (4 шт.)	96400880	1 уп	23.79
		Короткие вакуумные трубки (4 шт.)	90844282	1 уп	3.93
		крышка коллектора	90560901	1 шт	85.02
		центральная пластмассовая трубка (№10)	99826101	1 шт	21.26
		ремкомплект 4000 (2000) часов - прокладки+ниппель+ручной клапан	96813001	Прокладка крышки	3.78
			99833280	Клапан НСС 150/TF 350	9.61
90578101			Уплотнение крышки коллект	9.70	
96020701	Фиксатор		4.13		