

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Я. ГОРИНА»

На правах рукописи



**КУЗЬМИНА
ОЛЬГА СЕРГЕЕВНА**

**РАЗРАБОТКА ДАТЧИКОВ ПОТОКА МОЛОКА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА
С ПОЧЕТВЕРТНОЙ АДАПТАЦИЕЙ РЕЖИМА ДОЕНИЯ КОРОВ**

Специальность: 05.20.01 – технологии и средства
механизации сельского хозяйства

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель – доктор
технических наук, профессор
Ужик В.Ф.

Белгород – 2021

РЕФЕРАТ

Диссертационная работа изложена на 263 стр. машинописного текста, в том числе содержит 15 таблиц, 55 рисунков и 30 приложения.

Список литературы включает 202 наименования.

Ключевые слова: датчик, корова, доение, аппарат, поплавок, магнит, геркон, патрубок, молоколовушка, коллектор, интенсивность, патрубок, канал, щель, расход, вакуум, доильный стакан, молоко, поток, мастит.

Диссертация направлена на совершенствование доильных аппаратов для коров.

На базе анализа информации о результатах исследований и известных конструкций разработан датчик потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата.

Разработаны математические модели рабочего процесса элементов конструкции датчика потока молока.

Изложены методики и результаты экспериментальных исследований элементов конструкции датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата.

Приведены результаты хозяйственных испытаний почетвертного адаптивного доильного аппарата и его экономическая эффективность.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА ПРИМЕНЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЙ АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СОЗДАНИЯ ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМОМ ДОЕНИЯ	12
1.1. Физиологические и технологические аспекты управляемого режима доения коров	12
1.2. Классификация датчиков потока молока	19
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДАТЧИКА ПОТОКА МОЛОКА ПОЧЕТВЕРТНОГО АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА	39
2.1. Обоснование конструктивно-технологической схемы почетвертного адаптивного доильного аппарата	39
2.2. Теоретическое обоснование конструктивно-режимных параметров поплавкового датчика потока молока	43
2.2.1. <i>Обоснование расстояния от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при нижнем его положении</i>	43
2.2.2. <i>Обоснование конструктивных параметров калиброванного канала, образуемого нижним обрезом подвижного патрубка, содержащим выемку, и посадочным гнездом, выполненным в дне молоколовушки</i>	52
2.2.3. <i>Обоснование параметров калиброванного отверстия для подсоса воздуха в патрубок, сообщающий молоколовушку с подсосковой камерой доильного стакана</i>	74
2.2.4. <i>Обоснование размера калиброванной щели между нижним обрезом подвижного патрубка и дном молоколовушки при доении в номинальном режиме</i>	77
2.2.5. <i>Обоснование размера калиброванной щели между мембраной и верхним обрезом подвижного патрубка</i>	82
2.2.6. <i>Обоснование хода мембраны</i>	86
2.2.7. <i>Обоснование глубины молоколовушки датчика потока молока</i>	88
2.2.8. <i>Обоснование диаметра мембраны, регулирующей вакуумметрическое давление в молоколовушке</i>	92
Выводы	94
3. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДАТЧИКА ПОТОКА МОЛОКА ПОЧЕТВЕРТНОГО АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА	99
3.1. Методика экспериментальных исследований взаимодействия	100

	ствия магнита и геркона	
3.2.	Исследование рабочего процесса датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата	104
3.2.1.	<i>Методика исследований зависимости расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через калиброванный канал</i>	106
3.2.2.	<i>Методика исследований зависимости расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через щель, образуемую посадочным гнездом и стержнем при его перемещении вверх</i>	111
3.2.3.	<i>Методика исследований изменения вакуумметрического давления в патрубке, которым молоколовушка соединена с подсосковой камерой доильного стакана</i>	116
3.2.4.	<i>Методика исследований изменения стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой</i>	122
4.	РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	128
4.1.	Результаты экспериментальных исследований взаимодействия магнита и геркона	128
4.2.	Результаты исследований зависимости расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через калиброванный канал	130
4.3.	Результаты исследований зависимости расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через щель, образуемую посадочным гнездом и стержнем при его перемещении вверх	132
4.4.	Результаты исследований изменения вакуумметрического давления в патрубке, которым молоколовушка соединена с подсосковой камерой доильного стакана	134
4.5.	Результаты исследований изменения стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой	137
	Выводы	140
5.	ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПОЧЕТВЕРТНОГО АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА	145
5.1.	Условия хозяйственных испытаний	145
5.2.	Методика испытания	146
5.3.	Результаты хозяйственных испытаний почетвертного адаптивного доильного аппарата	147
5.4.	Экономическая эффективность почетвертного адаптивного доильного аппарата	150
5.4.1.	<i>Расчет экономического эффекта экспериментального доильного аппарата с учетом приве-</i>	151

денных затрат

Выводы	154
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	155
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	158
ПРИЛОЖЕНИЯ	181

ВВЕДЕНИЕ

Как предусмотрено природой, выращивание потомства крупного рогатого скота связано с продуцированием его матерью продукта питания – молока. Однако этот продукт использует и человек для своего питания. Поэтому на протяжении уже нескольких столетий продолжают работы по интенсификации отбора молока у коров. Но так как процесс доения коров – достаточно длительная и утомительная технологическая операция, то для этого применяется различное технологическое оборудование. Как известно, первые доильные машины осуществляли непрерывный отсос молока в единую емкость под воздействием вакуумметрического давления, создаваемого в ней. Но со временем, пришло осознание того, что процесс продуцирования молока достаточно сильно зависит от физиологического состояния коровы. И поэтому необходимо создавать наиболее благоприятные условия для активизации этого процесса. И, тем не менее, был создан доильный аппарат, обладающий достаточно «жестким» режимом доения, вакуумметрическое давление в доильном стакане под соском которого значительно превышает давление в полости рта теленка. Его схема и была заложена в ныне существующие доильные аппараты.

Анализ опубликованной информации, касающейся результатов поиска учеными и практиками оптимальных способов доения коров, изучение опыта эксплуатации серийного доильного оборудования позволили прийти к выводу, что в настоящее время на данном уровне развития науки и техники вполне возможно применение полуавтоматов доения коров при их привязном содержании [1...12]. Необходимость их использования обусловлена несколькими факторами. Во-первых, это обеспечение максимальной выдоенности вымени коровы, контролируемой датчиками интенсивности потока молока, исключая субъективную оценку данного параметра оператором машинного доения. Во-вторых, это безопасное воздействие на молочную железу вакуумметрического давления доения в результате его изменения в зависимости от интенсивности потока молока как в начале доения, так и в конце процесса. В третьих - рост производительности труда оператора машинного доения. Причём эффективность полуавтоматов доения ко-

ров значительно повышается при использовании доильных машин, обладающих возможностью почетвертного управления режимом доения. К сожалению, в настоящее время такой режим доения реализован только лишь в доильных установках-роботах. В значительной степени устанавливаемый режим работы доильного аппарата зависит от эффективности применяемого датчика потока молока. Предложения учёных и практиков по их устройству в конструкции переносных доильных аппаратов с управлением по долям режимом доения по различным причинам не нашли применения в производстве. Поэтому исследования, направленные на разработку и обоснование конструктивных параметров датчика потока молока для доильного аппарата с подольным управляемым режимом доения, представляются актуальными.

Степень разработанности темы. Созданием перспективного доильного оборудования с элементами автоматизации процесса занимались Е.А. Андрианов, И.К. Винников, Л.П. Карташов, В.В. Кирсанов, И.Н. Краснов, П.И. Огородников, С.А. Соловьев, В.Ф. Ужик, В.М. Ульянов, Ю.А. Цой, и др. Однако, из анализа их работ следует, что недостаточно исследованным остается вопрос разработки и использования почетвертного адаптивного доильного оборудования для коров, содержащихся на привязи.

Цель исследований. Увеличение продуцирования молока и снижение уровня заболеваемости вымени коров маститом на основе разработки, обоснования конструктивно-режимных параметров и применения датчика потока молока в конструкции почетвертного адаптивного доильного аппарата.

Задачи исследований. Для достижения цели исследований необходимо решить следующие задачи:

- выявить перспективное направление в создании датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата, разработать его конструкцию;
- разработать математические модели рабочего процесса элементов конструкции датчика потока молока;

- на основе теоретических и экспериментальных исследований установить оптимальные конструктивные и режимные параметры элементов конструкции датчика потока молока;
- изучить влияние разработанного почетвертного адаптивного доильного аппарата на продуцирование молока и уровень заболеваемости вымени коров маститом;
- дать экономическую оценку эффективности использования почетвертного адаптивного доильного аппарата.

Объект исследований – рабочий процесс датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата.

Предмет исследований – закономерности изменения параметров работы элементов конструкции датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата.

Научная новизна диссертационной работы:

- теоретические и практические положения, обосновывающие перспективное направление в создании датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата;
- математические выражения, описывающие рабочие процессы элементов конструкции датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата;
- результаты лабораторных исследований и хозяйственных испытаний почетвертного адаптивного доильного аппарата.

Теоретическая и практическая значимость. Разработан датчик потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата, обладающий возможностью управления давлением в камерах доильных стаканов, в зависимости от расхода молока, выводимого из вымени коровы. Новизна технического решения подтверждена патентом на изобретение РФ №2695868 «Переносной манипулятор для доения коров» и патентом на полезную модель №202513 «Доильный аппарат». Определены теоретические зависимости для расчета конструктивно-режимных параметров элементов конструкции датчика потока молока почетвертного адап-

тивного доильного аппарата, которые подтверждены лабораторными исследованиями и хозяйственными испытаниями.

Результаты диссертационных исследований имеют большую практическую значимость для сельскохозяйственного производства, учебных заведений, проектных и научных организаций.

Методология и методы исследований. При выполнении математического описания рабочего процесса элементов конструкции датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата использованы известные законы физики, теоретической механики, гидравлики и математики. Математическое моделирование проводили с целью получения математических зависимостей, которые позволяют установить основные конструктивно-режимные параметры разработанного датчика потока молока доильного аппарата. При проведении экспериментальных исследований применяли общеизвестные и частные методики. Экспериментальные исследования и хозяйственные испытания осуществляли с использованием как известных современных приборов, так и специально разработанных стендов. Новизна технических решений подтверждена патентом на изобретение РФ №2727358 «Стенд для имитации работы и испытания датчика потока молока доильного аппарата», патентом на полезную модель №202514 «Стенд для имитации и исследования взаимодействия магнита и геркона датчика потока молока доильного аппарата», патентом на полезную модель №205593 «Стенд для измерения стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой», заявкой на полезную модель №2021103970 «Стенд для калибровки тензометрического вакуумметра». Анализ материалов исследований осуществляли с использованием программного обеспечения известными методами статистической обработки данных.

Положения, выносимые на защиту:

- конструктивно-технологическая схема почетвертного адаптивного доильного аппарата;
- математические модели рабочего процесса элементов конструкции датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата;

- результаты лабораторных исследований по обоснованию и оптимизации конструктивно-режимных параметров элементов конструкции датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата;
- результаты хозяйственных испытаний разработанного почетвертного адаптивного доильного аппарата;
- результаты расчета экономической эффективности почетвертного адаптивного доильного аппарата.

Степень достоверности результатов работы. Степень достоверности научных положений подтверждается удовлетворительной сходимостью теоретических и экспериментальных исследований, сравнительными испытаниями разработанного почетвертного адаптивного доильного аппарата, применением современных методик и средств обработки результатов экспериментов.

Апробация работы. Основные положения работы доложены, обсуждены на международных, всероссийских и региональных научно-практических конференциях: Переносной манипулятор для доения коров / Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В. Материалы Национальной научно-практической конференции "Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе", посвященной 40-летию Белгородского ГАУ, 2019 г., п. Майский. Переносной манипулятор с управляемым режимом доения по долям вымени коровы / Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В. Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее», 28-29 мая 2019 г., п. Майский. Адаптивный доильный аппарат с доением в бидон Ужик В.Ф., Тетерядченко А.И., Китаёва О.В., Кузьмина О.С. Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее», 28-29 мая 2019 г., п. Майский. Переносной манипулятор с почетвертным управляемым режимом доения коров / Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В., Некипелов С.И. 22-я Всероссийская конференция с международным участием «Научное обеспечение производства органической продукции животноводства», 24-25 апреля 2019 г., г. Москва. Обоснование параметров поплавка дат-

чика потока молока переносного манипулятора для доения коров / Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В. Материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием «Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы» посвященной 30-летию инженерного факультета им. А.Ф. Пономарева, 2020 г., п. Майский. К обоснованию глубины молоколовушки датчика потока молока доильного аппарата с подольным управляемым режимом доения коровы / Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В., Тетерядченко А.И. Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее», 27-28 мая 2020 г., п. Майский. Полуавтомат для доения коров на линейных доильных установках / Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В., Китаёв Ю.А. Материалы Межвузовского научного конгресса, 28 мая 2020 г., г. Москва. Методика экспериментальных исследований взаимодействия магнита и геркона / Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В., Тетерядченко А.И. Материалы Национальной научно-практической конференции «Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке». Решения проблем взаимодействия науки и бизнеса, 2021 г., п. Майский.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 12 работ, в т. ч. в изданиях, рекомендованных ВАК РФ – 3 работы, получены патенты на изобретение РФ №2695868, №2727358, патенты на полезную модель №202513, №202514, №205593. Общий объем публикаций составил 7,42 усл. печ. л., в том числе 4,93 усл. печ. л. принадлежит лично соискателю.

Объем диссертации: Диссертационная работа изложена на 263 стр. машинописного текста, включая список литературы из 202 наименований, содержит 15 таблиц, 55 рисунков и 30 приложений.

1. ПРИМЕНЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СОЗДАНИЕ ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМОМ ДОЕНИЯ

1.1. Физиологические и технологические аспекты управляемого режима доения коров

Непосредственный контакт технического средства с биологическим объектом – особенность взаимодействия доильного аппарата и вымени коровы в процессе выведения молока из молочной железы. Как отмечают Андрианов Е.А., Злобин В.В., Андрианов А.М. и Андрианов А.А., не всегда доильные машины создают благоприятные условия для формирования у животного состояния максимального продуцирования молока [13, 14]. Для этого доильные аппараты должны обладать различными режимами воздействия на молочную железу, смену которых осуществляет механизм управления, реагирующий на изменение потока молока, движущегося из вымени коровы в молокоприемную емкость и регистрируемого датчиком.

В подтверждение этого Иванов Ю.Г. отмечает, что более чем десятилетний опыт эксплуатации пневмоавтоматики с датчиком потока молока в системе машинного доения подтверждает целесообразность ее использования, в том числе и на доильных установках типа «Тандем», «Елочка» и «Карусель» [15].

По мнению Ульянова В.М. и Шапошникова С. передержки доильных аппаратов на сосках вымени, способной вызвать заболевание маститом и выбраковку коровы, можно избежать, используя манипулятор с системой поплавкового типа слежения за потоком для управления снятием доильного аппарата с вымени [16].

В своих рассуждениях Кирсанов В.В., Щукин К.С. и Легеза В.Н. отдают свое предпочтение двум направлениям развития доильного оборудования: применение дополнительных элементов конструкции доильного аппарата, осуществляющего стимулирующее и додаивающее воздействие на вымя коровы, или совершенствование подвесной части доильного аппарата до состояния реализации адаптивного управляемого режима доения коров, откликающегося на изменение интенсивности потока молока [4].

Как отмечают Винников И.А. и Забродина О.Б., неадекватное молокоотдаче действие доильного аппарата приводит к травмам сосков и внутренних тканей молочной железы коров, так и к их преждевременному запуску [17]. Однако, как показали их исследования, даже применение двухрежимного доильного аппарата типа DUOVAC-300 Шведской компании De Laval, не в полной мере решает проблему, защищая вымя только лишь на 15 с дольше зоотехнически допустимой передержки доильного аппарата на выдоенных сосках – 30 с. Требуется дальнейшее их совершенствование.

По данным Ганеева А.А., большинство компаний-производителей доильного оборудования направили свои усилия на стабилизацию вакуумного режима доения, контроль и автоматизацию завершающих процесс доения операций, способов стимуляции, поиск оптимальной конструкции манипулятора для доильного стакана [18].

Как подтверждение целесообразности выбранного направления совершенствования доильного оборудования – разработка Гордиевских М.Л., которая представляет собой устройство, осуществляющее контроль интенсивности истечения молока, включение режима стимуляции формирования молочного потока и адекватного физиологическому состоянию коровы режима доения [19...22].

Элементы цифровизации в управлении режимом доения коровы в зависимости от снимаемых показателей физиологического состояния коровы, выражающиеся в информации об интенсивности выводимого из молочной железы потока молока, заложены в конструкцию управляющего устройства Исинтаевым Т.И. [23].

Потребность в датчике для четвертного контроля интенсивности потока молока вытекает из математического моделирования процесса истечения молока из молочной железы коровы, выполненного Забродиной О.Б. и Мартыненко О.И. [24, 25]. На его основе сформирован способ адаптивного управления режимом доения, при котором обеспечивается безвредное воздействие доильного аппарата.

С качеством получаемого на фермах молока связывают потребность в специальных датчиках-счетчиках потока молока для автоматизированных доильных установок Кирсанов В.В. и Милешина О.В. [26]. Их назначение – управление ре-

жимом работы доильного устройства, формирование оптимальных условий для молочной железы в процессе доения.

Неотъемлемый атрибут доильного аппарата – датчик, изменяющий в зависимости от потока молока длительность переходных процессов в межстенной камере доильного стакана, чем исключаются «хлопки» сосковой резины по соску, а характер движения сосковой резины в такте сжатия приближается к стандарту. Так считают Попов А.А. и Крылов О.Н. [27].

Ссылаясь на исследования Горбачева М.И и Полухина А.А., Казанский Д.В. и Скоркин В.К. отмечают, что при переводе коров на доение на автоматизированных доильных установках типа «Тандем» наблюдается снижение затрат труда на одну корову до 18-21,7 чел.-ч/гол, а при доении на доильной установке типа «Елочка» - до 16,8-20,8 чел.-ч/гол, что 2,3-5 раза меньше, чем при доении в ведро или молокопровод [28...30]. Но, вместе с тем, себестоимость полученного при беспривязном содержании коров 1 ц молока составила 711,3 рубля вместо 581,7 рубля при содержании коров на привязи и доении на линейных установках.

Но при этом Горбачев М.И. заметил, что автоматизация процессов, сопровождающих доение коров на станочных установках, снижает прямые издержки производства на 29,2-42,7% [31].

Достаточно глубокий сравнительный анализ привязной и беспривязной технологий содержания дойного стада коров выполнил Радоманский В.М., из которого следует, что неоправданно отрицается целесообразность сохранения широко известного привязного содержания дойного стада коров, и для его становления целесообразно более подробно рассмотреть детали технологической цепочки производства молока при этой технологии, чтобы установить как положительные, так и отрицательные стороны для устранения выявленных недостатков [32]. И, по его мнению, уже сейчас ясно, что не хватает электронизации процесса доения: - счетчика потока молока для установления динамики, а также количества надаиваемого молока.

Такого же мнения придерживается и Винников И.К. Он отмечает, что доильные залы для доения коров не обладают существенным преимуществом перед

традиционной, привязной технологией содержания дойного стада [33]. Но он также согласен, что модернизация доильного оборудования с применением автоматизации управления режимом доения крайне необходима для всех типов доильных установок. Перспектива – роботизация процесса доения коров, над чем работает в настоящее время исследователь [34].

Подтверждением необходимости применения автоматики управления режимом доения в условиях фермерских хозяйств являются результаты исследований, выполненных Винниковым И.К., Бахчевниковым О.Н. и Пахомовым Ю.В. [35].

Как утверждает Ульянов В.М., не менее 33% коров подвержены «холостому» доению при работе оператора с тремя доильными аппаратами при привязном содержании коров [36, 37]. Выход из сложившейся ситуации – использование манипуляторов, обладающих возможностью слежения и управления процессом выведения молока.

Достаточно широкий спектр доильных аппаратов, разрабатываемых и испытываемых в СибИМЭ, позволил Петухову Н.А, Петухову В.Н. и Диденко А.А. прийти к заключению, что наиболее близким к физиологическим потребностям коровы является доильный аппарат, обладающий возможностью стимулирующего воздействия на вымя и изменения режима доения и вакуума под соском [38].

Один из таких доильных аппаратов – доильный аппарат «Нурлат», об устройстве которого информирует на страницах журнала Цой Ю.А. [39]. В зависимости от потока молока в данном аппарате меняется как вакуумметрическое давление доения, так и частота пульсаций пульсатора.

Научный интерес вызывают последние разработки зарубежных компаний в области животноводства. Это разработки, реализующие так называемое «добровольное» доение: - робот-дойяр. Как отмечают Миронова Т.А. и Муромцев А.Б., доильный робот оснащен технологическим оборудованием, обладающим широким спектром воздействия на животное, осуществляя почетвертной контроль и управление режимом доения [40]. Свободный доступ к доильному оборудованию

и самостоятельный выбор времени его посещения животным создает наиболее благоприятные условия для его содержания.

Выполненные Легошиным Г., Бильковым В., Анищенко О., Шиловским Г. и Жильцовым В. сравнения эффективности технологий содержания коров и применяемого доильного оборудования, показали, что на фермах с доильными роботами, реализующими добровольное доение, по сравнению с привязным содержанием в стойлах и доением в доильных залах, коровы имели самый высокий удой, они обладали лучшей лактационной кривой, имели лучший выход телят, минимальный процент выбраковки, тем самым подчеркивая целесообразность применения роботов-дояров [41].

Лукманов Р.Р., Зиганшин Б.Г. и Гаязиев И.Н. подчеркивают, что одно из направлений достижения максимального сочетания доильного оборудования и физиологических особенностей животного – автоматизация управления работой доильных машин [42]. Причем, как отмечают авторы, особая роль отводится конструкции датчика, который в полной мере должен отвечать зоотехническим требованиям, а также физиологическим особенностям коров. Также исследователи отмечают, что несмотря на высокую эффективность, применение роботов-дояров сдерживается из-за их высокой стоимости. Поэтому исследования по созданию доильных аппаратов и манипуляторов доения с управляемым режимом весьма перспективно.

По данным Лачуги Ю.Ф., из многочисленных исследований, которые были выполнены в ГНУ ВИЭСХ, ГНУ СЗ НИИМЭСХ, а также ГНУ ВИЖ, вытекает, что исключения заболеваемости вымени коров маститом по причине доильного оборудования, увеличения молочной продуктивности и длительности использования коров можно достичь путем автоматизации управления доением коров, которая должна обеспечить щадящее доение, поддержание заданного вакуумного режима, массаж, додой, завершение процесса и т.д. [43]. Автор также отмечает, что деятельность зарубежных компаний в этом направлении, наряду с автоматизацией отдельных элементов технологического процесса, характеризуется созданием роботизированных систем, обладающих полным набором с регулируемым

контролем параметров процесса обслуживания коровы и выведения молока из вымени животного.

Целесообразность применения роботов-дояров в настоящее время не подвергается сомнению. Научные исследования в этом плане направлены на оптимизацию их работы. Так, исследователи Винницки С., Романюк В. и Юговар Л., представляющие Институт технологических и естественных наук в Фалентах, Польша, Савиных П.А., сотрудник ФГБНУ "Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого", и Скоркин В.К., сотрудник ИМЖ - филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, изучалась эффективность использования роботов для доения в группах с различной численностью поголовья коров [44]. Оценивалась молочная продуктивность коров, эксплуатационные и производственные показатели, эффективность использования роботов, их экономическая эффективность. Полученные данные свидетельствуют о существенных различиях в группах коров по всем изучаемым показателям, но тем не менее отмечается рост количества надоев молока на одного робота.

По данным Доровских В.И. и Жарикова В.С., при использовании роботов для доения коров, у последних возрастает интенсивность молокоотдачи, наблюдается рост суточного удоя [45].

Но, вместе с тем, Кирсанов В.В., Цой Ю.А., Кормановский Л.П., Павкин Д.Ю. и Рузин С.С. ориентируют на последующую постепенную замену малопродуктивных линейных доильных установок на станочное оборудование, его дальнейшую автоматизацию и роботизацию с почетвертным контролем датчиками потока молока и управлением режимом доения, максимально приблизив их работу к работе робота-дояра [46].

Цой Ю.А. и Баишева Р.А. приводят пример решения проблемы [47]. Компания De Laval предложила вариант роботизированной конвейерно-кольцевой доильной установки на 24 места с пятью роботами-манипуляторами в центре, а компания GEA установила автономный робот карусельной установки на каждое постановочное место. На выставке в Ганновере-2018 компанией Lemmer Fullwood предложен вариант полукругом расположенных в доильном зале спаренных до-

ильных роботов Merlin с преддоильной площадкой в центре и радиально расположенными подгонщиками коров.

Для ориентирования в информационной среде об известных роботизированных установках доения коров и выбора наиболее рациональной конструкции для практического использования, Цой Ю.А. и Мишуров Н.П. выполнили подробный анализ их как конструктивных, так и эксплуатационных особенностей [48]. При этом авторы отмечают, что представленные роботы-дояры восьми компаний обладают не только положительными качествами, но и имеют ряд недостатков, учет которых весьма важен для выбора направления научных исследований по дальнейшему совершенствованию автоматов доения коров.

Но, вне зависимости от этого, перспектива дальнейшего развития молочного скотоводства – формирование производственной базы нового качества, базирующейся на использовании достижений в создании ресурсосберегающих технологий, основанной на применении элементов автоматики управления технологическими процессами [49, 50]. Это связано с тем, что до настоящего времени более 60% коров содержатся на привязи.

Как отмечает Морозов Н.М., значительная часть коров до настоящего времени продолжает обслуживаться при привязном их содержании и доении переносными доильными аппаратами [51]. И самое эффективное направление – цифровизация и роботизация технологического процесса доения коров, позволяющая резко снизить затраты труда на производство молока, повысить его качество, исключить субъективную оценку хода технологического процесса и неквалифицированную работу оператора, снизить заболеваемость коров маститом. Но «камень преткновения» - очень высокая стоимость технологического оборудования. Частичное решение проблемы – применение технологии доения коров в доильных залах на установках, оснащенных элементами автоматики управления процессом доения коров.

И до настоящего времени, как отмечает Гаджиев А.М., актуальным остается вопрос для предприятий, выполняющих реконструкцию и строительство молоч-

ных ферм, выбор технологии содержания и инноваций в кормлении, поении, доении, удалении навоза и т.д. [52, 53].

В пользу роботизации доения коров говорят цифры, приведенные в статье Можяевым Е.Е, Шафировым В.Г. и Сердюком Н.С. [54]. По данным авторов себестоимость доения, в сравнении с доением на доильной установке «Карусель», снизилась на 1,51 рубля на 1 л молока. Отмечается снижение заболеваемости коров маститом в три раза. Исключается необходимость селекции скота по равномерности развития долей вымени коровы.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о целесообразности трансфера в молочное скотоводство автоматизированных и цифровых технологий, обеспечивающих исключение субъективного формирования управляющих воздействий на процесс доения, осуществляемых оператором машинного доения. А применение добровольного доения в результате использования роботов-дояров, вследствие почетвертного управления режимом доения, позволяет исключить необходимость селекции скота по равномерности развития долей вымени, уменьшить процент возникновения мастита у коров, повысить молочную продуктивность животных. Однако основное препятствие – высокие капиталовложения, необходимые для внедрения автоматизированных технологий машинного доения коров. А так как в настоящее время более 60%, а в отдельных регионах и более 90%, коров в Российской Федерации содержатся на привязи [55, 56], то на переходный период целесообразно создать доильные аппараты, по своей конструкции и режиму доения максимально приближенные к автоматизированным и роботизированным системам. Для этого они должны быть выполнены в переносном варианте, с возможностью сбора молока в бидон или молокопровод, быть компактны, в составе коллектора должны содержать четыре датчика потока молока и управляемые ими корректоры давления доения, и, как опцию, манипулятор для отключения и снятия доильного аппарата.

1.2. Классификация датчиков потока молока

Как следует из приведенных выше данных, основной узел автоматизиро-

ванных и роботизированных доильных устройств – датчик потока молока, формирующих исходную информацию для выработки управляющего сигнала для исполнительных механизмов различного назначения. Или это механизм для изменения вакуумметрического давления в доильном стакане, или механизм осуществления дооя, или механизм отключения доильного стакана, или механизм снятия доильного стакана, или механизм снятия доильного аппарата в целом и т.д. Поэтому он должен быть в достаточной степени универсален.

Для поиска оптимальной конструкции датчика потока молока, выполним классификацию уже известных устройств, применяемых на переносных доильных аппаратах (Рисунок 1.1).

В их конструкциях заложены индикаторы, реагирующие на изменение различных факторов, таких как температура в зоне движения потока молока, энергия струи жидкости, светопроницаемость потока молока, вес в накопительной емкости, интенсивность накопления, скорость движения, уровень в молоколовушке и др. Причем, отслеживаются эти факторы или по вымени в целом, или по долям.

Так, в доильном аппарате Ужика В.Ф., Прокофьева В.В. и Ужик О.В. в качестве побудителя механического перемещения иглы с игольчатым клапаном, коммутирующим воздушные потоки, используется биметаллический датчик, подвергаемый температурному воздействию потока молока [57].

Свободный конец иглы взаимодействует с компенсационным биметаллическим датчиком с идентичными конструктивно-режимными параметрами. При этом, если стрела прогиба биметаллического датчика, подвергаемого воздействию потока молока, направлена вверх, чем обеспечивается перемещение игольчатого клапана вверх и перекрытие калиброванного канала поступления атмосферного воздуха для переключения со стимулирующего в номинальный режим доения коровы, то стрела прогиба компенсационного датчика направлена вниз.

Как вариант – выполнение биметаллических датчиков по форме как кольцевые секторы. Как и в предыдущей конструкции, стрелы прогиба кольцевых биметаллических датчиков направлены навстречу друг другу. При этом их взаимодействие также осуществляется посредством игольчатого клапана. Такая кон-

структура биметаллического датчика потока молока запатентована Ужицом В.Ф., Прокофьевым В.В. и Белокобыльским А.А. [58].

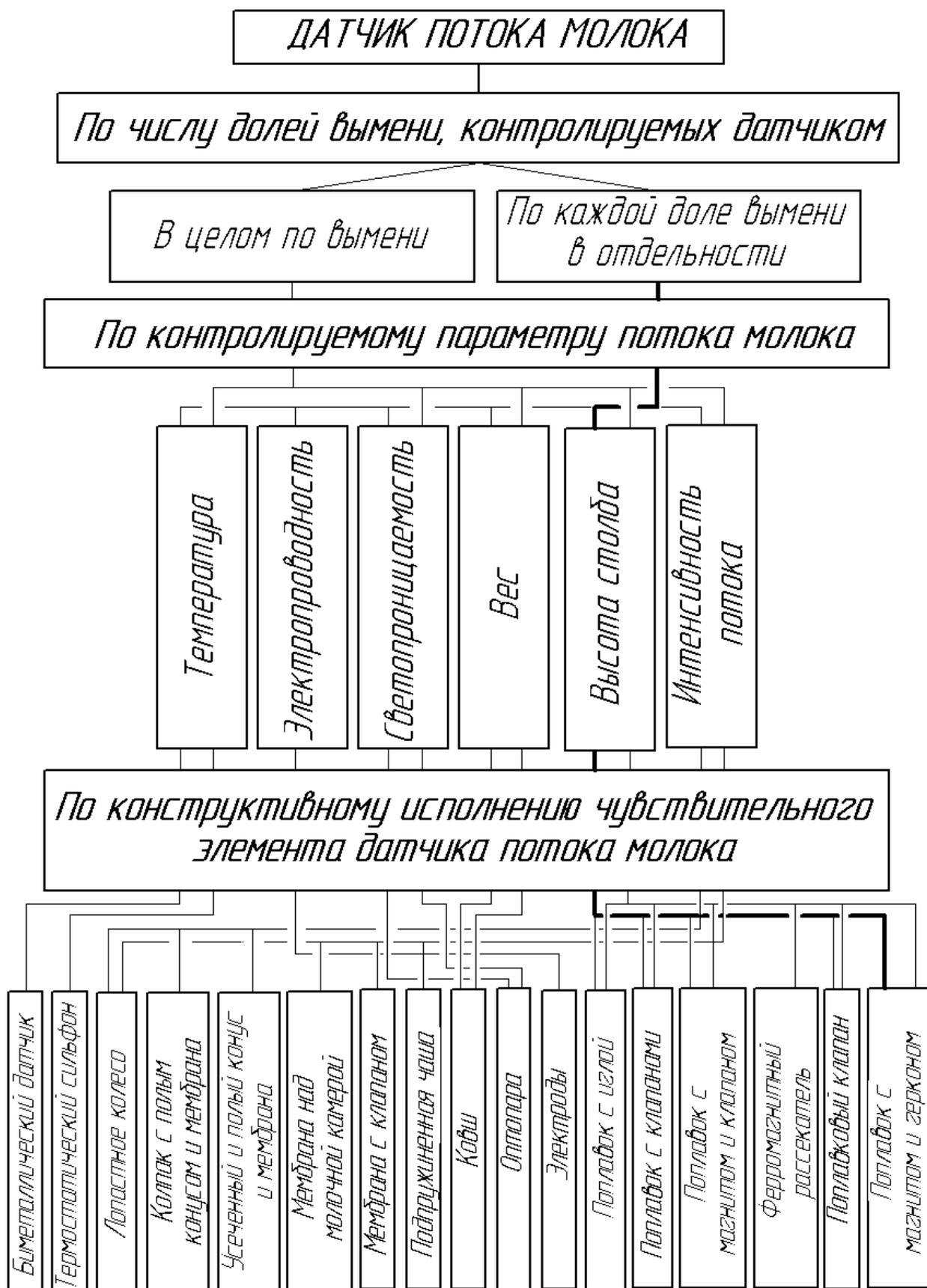


Рисунок 1.1 – Классификация датчиков потока молока

Однако, следует заметить, что с увеличением температуры окружающей среды, противодействие компенсационного биметаллического датчика перемещению игольчатого клапана возрастает, что снижает надежность переключения режимов доения.

Температурный датчик применяется и в конструкции доильного аппарата, разработанного Ульяновым В.М., Карповым Ю.Н., Коледовым Р.В. и Набатчиковым А.В. [59]. Но выполнен этот датчик в виде термостатического сильфона, установленного в молочной камере приставки, длина которого меняется в зависимости от температуры окружающей среды. Он содержит исполняющий механизм в виде присоски, перемещением которой осуществляется управляющее воздействие на пульсатор доильного аппарата, задавая требуемый режим его работы: - пульсатор отключается от вакуумпровода и прекращает свою работу, переводя доильные стаканы в такт сжатия, тем самым фиксируя доильный аппарат на вымени и исключая вредное воздействие высокого вакуумметрического давления.

Такой же датчик, в виде термостатического сильфона, используется и в конструкции доильного аппарата, разработанного Ульяновым В.М., Карповым Ю.Н., Набатчиковым А.В. и Хрипиным В.А. [60]. Доработка конструкции приставки, заключающаяся в возможности уменьшения объема управляющей камеры пульсатора в начальный момент доения, позволяет повысить частоту пульсаций пульсатора, тем самым симулируя стимуляцию рефлекса молокоотдачи. Этим достигается положительный эффект данного доильного аппарата.

В качестве датчика потока молока в конструкции доильного аппарата, разработанного Ужиком В.Ф., Прокофьевым В.В. и Назиным А.А. и используется лопастное колесо, установленное в горизонтальной плоскости на пути движения струй молока, истекающих из молочных патрубков, соединяемых с подсосковыми камерами доильных стаканов [61, 62]. Лопастное колесо опирается на подшипник скольжения, изготовленный в виде двух цилиндров, торцевые сопрягаемые поверхности которых выполнены под углом к оси симметрии. Этим обеспечивается вертикальное перемещение колеса при воздействии на его лопасти потока молока, и, как следствие, коммутация воздушных потоков двухсторонним игольчатым

клапаном, прикрепляемым к лопастному колесу.

Такая же конструкция датчика потока молока используется в коллекторе доильного аппарата, запатентованного Скляровым А.И. [63].

Такой же принцип контроля интенсивности потока молока заложен в конструкцию доильного аппарата, предложенного Ужиком В.Ф. и Чехуновым О.А., отличительная особенность которого – использование четырех таких датчиков в четырехсекционном коллекторе для подольного контроля и управления режимом доения [64].

Представляет интерес использование в качестве датчика наличия потока молока и его интенсивности мембранных механизмов.

Так, в конструкции доильного аппарата, разработанного Ужиком В.Ф. и Прокофьевым В.В. каждая из четырех камер четырехкамерного коллектора, осуществляющего управление режимом выведения молока подольно, мембраной разделена на две камеры: - управления и дополнительную камеру [65]. Сверху к мембране прикреплен плунжер для управления подсосом воздуха из атмосферы в камеру управления, а со стороны дополнительной камеры к мембране прикреплен колпак, устанавливаемый в полом конусе для образования щели для истечения молока.

В отличие от предыдущей конструкции доильного аппарата, для удаления остаточных порций молока из дополнительных камер четырехкамерного коллектора доильного аппарата в предлагаемом Ужиком В.Ф. и Прокофьевым В.В. варианте его исполнения со стороны дополнительной камеры к мембране прикреплен усеченный конус, причем вершина и усеченного и полого конуса направлена вниз [66, 67].

Мембрану, как основной управляющий элемент, содержит коллектор доильного аппарата, разработанного Некрашевичем В.Ф., Ульяновым В.М., Утолиным В.В. и Ильющенко Б.В. [68]. Она разделяет камеру коллектора на молочную и вакуумную камеры, причем молочная камера содержит калиброванный канал для истечения молока. При больших потоках, приводящих к перепаду давлений на мембране со стороны вакуумной камеры и молочной камеры и, как следствие,

прогибу мембраны вверх, молоко из молочной камеры истекает как через калиброванное отверстие, так и через щель, образуемую мембраной и верхним обрезом молочной камеры. В начальный момент доения мембрана удерживается в нижнем положении плунжером, опускаемым оператором вниз перед установкой доильных стаканов на вымя коровы. При интенсивном потоке молока и прогибе мембраны вверх, плунжер возвращается в исходное положение, но при этом мембраной сохраняется закрытым канал в плунжере, сообщающий вакуумную камеру и камеру управления пульсатора. При завершении доения и возвращении мембраны в исходное положение вакуумметрическое давление устремляется через открывшийся канал в плунжере в камеру управления пульсатора, тем самым фиксируя его в режиме сжатия, чем достигается защита вымени коровы от «сухого» доения.

Введением в конструкцию доильного аппарата, разработанного Некрашевичем В.Ф., Ульяновым В.М., Утолиным В.В. и Ильющенко Б.В. (Патент № 2147174), двух мембран, неподвижной перегородки и штока с системой отверстий, Ульянов В.М., Чумиков В.В. и Карпов Ю.Н. обеспечили более щадящий режим завершения доения коровы за счет задержки по времени включения режима сжатия доильных стаканов [69, 70].

Эластичная мембрана – основной исполнительный механизм в доильном аппарате Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства [71]. Мембрана содержит соосно прикрепленный шток с запорным конусом и установлена в молоколовушке ниже верхнего обреза сливного патрубка, через который, помимо дренажного отверстия, расположенного в нижней его части, стекает молоко при интенсивном его выделении из вымени. В начальный момент при интенсивности молоковыведения до 200 мл/мин., мембрана находится в крайнем левом положении, молоко стекает через дренажное отверстие, воздушный канал открыт и доильный аппарат работает с пониженной частотой пульсаций и пониженным вакуумом. При интенсивной молокоотдаче дополнительный напор, создаваемый столбом молока в молоколовушке, вызывает прогиб эластичной мембраны и, как следствие, перемещение соосно с эластичной мембраной установленного запорного конуса со штоком вправо, тем самым перекрывая отверстие

для поступления атмосферного воздуха в систему управления величиной вакуумметрического давления. Обратное перемещение под воздействием эластичной мембраны запорного конуса происходит при уменьшении потока молока.

Известны датчики потока молока, выполненные в виде молоконакопительных устройств.

Так, Карташов Л.П., Макаровская З.В., Куспакон Р.С. и Башкатов Е.С. разработали доильный аппарат с регулируемым вакуумным режимом доения в зависимости от интенсивности потока истекаемого молока, в котором в качестве датчика выступает подпружиненная конусообразная чаша, в вершине которой выполнено калиброванное отверстие, перекрываемое клапаном и в начальный момент образующее начальный зазор, при котором обеспечивается пониженное вакуумметрическое давление доения [72, 73]. При поступлении молока вес конусообразной чаши увеличивается и она, преодолевая сопротивление пружины, опускается вниз, увеличивая зазор с клапаном и тем самым посредством исполнительного механизма увеличивая вакуумметрическое давление доения коровы.

Молоколовушку, прикрепленную к распределительному валу, на свободном конце которого прикреплен груз, включает датчик доильного аппарата, разработанного во ВГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени Петра I» Андриановым А.А., Андриановым Е.А., Андриановым А.М. и Бородиным С.А. [74]. Стекающее через дросселирующее отверстие в дне молоколовушки молоко при интенсивности общего потока ниже установленного значения, например 200 мл/мин., позволяет распределительному валу с прикрепленными молоколовушкой и грузом оставаться в исходном положении, тем самым своим коммутирующим устройством воздушных потоков обеспечить работу доильного аппарата в стимулирующем режиме. При увеличении потока молока и заполнении молоколовушки, последняя, преодолевая вес груза опрокидывается на распределительном валу, тем самым коммутирующее устройство переводя в новое положение и включая обычный режим доения доильного аппарата. По мере снижения интенсивности потока молока и опорожнения молоколовушки, происходит обратное переключение.

В этом же ВУЗе был создан доильный аппарат аналогичной конструкции, но вместо груза в нем использовали распределительную заслонку, установленную на оси крепления молоколовушки с дросселирующим отверстием и подвергаемую воздействию вакуумметрического давления [75, 76]. Молоколовушка в начальный момент доения при интенсивности потока молока, не превышающей интенсивность потока истечения молока из молоколовушки через дренажное отверстие, удерживается в исходном положении усилием, развиваемым на распределительной заслонке вакуумметрическим давлением. При ее заполнении и превышении усилия удержания, развиваемого на распределительной заслонке, молоколовушка опрокидывается, переводя распределительную заслонку в новое положение, тем самым коммутируя воздушные потоки и переводя доильный аппарат в номинальный режим доения. При завершении доения и уменьшении веса молоколовушки, распределительная заслонка, увлекая за собой молоколовушку, возвращается в исходное положение.

В Белорусском научно-исследовательском институте животноводства авторами Трофимовым А.Ф., Барановским М.В., Кураком А.С. и Нураком Н.С. разработан доильный аппарат, в котором датчик потока молока выполнен в виде молоколовушки с двумя калиброванными отверстиями, установленной на коромысле, на противоположном конце которого прикреплен груз [77]. В исходном положении, в начальный момент доения, молоколовушка под действием груза прижимается к перегородке со сливным отверстием, разделяющей камеры постоянного и переменного давления и сообщая их между собой через калиброванные отверстия в молоколовушке и далее через сливное отверстие, ограничивая давление в стакане. При накоплении молока, молоколовушка, преодолевая вес груза, опускается вниз, открыв сообщение между камерами постоянного и переменного вакуума напрямую, через сливное отверстие, тем самым обеспечив доение коровы в номинальном режиме.

Ковш, под молочной нагрузкой способный опрокидываться относительно горизонтальной оси крепления и шарнирно связанный с полым поршнем, поршневая камера которого соединена с дополнительным пульсатором и при нижнем

его положении сообщаемый с атмосферой, а крайнем верхнем – с полостью молокоприемной емкости, содержит датчик конструкции Некрашевича В.Ф., Захарова В.А., Ульянова В.М. и Утолина В.В. [78, 79]. В исходном положении ковш удерживается весом поршня и силой развиваемой поршнем под воздействием перепада давлений на нем со стороны поршневой камеры и полости молокоборной емкости. При этом из поршневой камеры атмосферный воздух устремляется в камеру дополнительного пульсатора, включает его, и доильный аппарат начинает работать в стимулирующем режиме оказывая высокочастотное колебательное воздействие на соски. Интенсивное выделение молока из вымени коровы вызывает преодоление сопротивления поршня и опрокидывание ковша. При этом поршневая камера поршня сообщается с вакуумом, который по патрубку поступает в дополнительный пульсатор и отключает. Его. Доеение продолжается в обычном режиме. При завершении истечения молока из вымени ковш опорожняется и доильный аппарат возвращается в стимулирующий режим работы.

В Оренбургском государственном аграрном университете Огородниковым П.И., Крючковой И.В., Каленцевой О.Н. и Спешиловой И.В. разработан доильный аппарат, в котором датчик потока молока выполнен в виде молоколовушки, расположенной в верхней секции регулятора вакуума и представляющей собой цилиндрический стакан с калиброванным сливным отверстием, ко дну которого прикреплен стержень с клапаном, образующим калиброванную щель в перегородке, отделяющей от верхней нижнюю секцию, и опирающийся на мембрану [80]. Подмембранная камера сообщена с атмосферой. При присоединении нижней секции к молокоприемному устройству под воздействием перепада давлений мембрана прогибается вверх, прижимая клапан к посадочному гнезду в перегородке и одновременно приподнимая молоколовушку вверх, тем самым создавая калиброванную щель и устанавливая пониженное вакуумметрическое давление доения. При поступлении молока в молоколовушку, вес молоколовушки растет и в результате преодолевая сопротивление мембраны молоколовушка опускает клапан вниз, увеличивая щель и тем самым обеспечивая повышение вакуумметрического давления доения коровы. При завершении доения происходит обратное переключе-

чение на доение пониженным вакуумом.

Доработанная конструкция вышеописанного доильного аппарата отличается тем, что вместо мембраны к клапану, образующему калиброванную щель в перегородке, жестко прикреплен поршень, герметично установленный и перемещаемый в дне нижней секции [81, 82]. Подбором диаметра поршня добиваются заданного сечения калиброванной щели для создания требуемого щадящего вакуумметрического давления.

Регулятор вакуума, разработанный Скляровым А.И., включает датчик потока молока, который содержит молоколовушку, выполненную в виде овальной чаши со сливными отверстиями, установленную на подпружиненном цилиндре, перемещающемся под весом молока по стакану с вертикальной щелью, сопрягаемый с поворачиваемой при регулировке режима вакууммирования перфорированной втулкой [83]. Система отверстий в механизме установки молоколовушки связывает полость датчика потока молока с атмосферой. По мере возрастания интенсивности потока молока и его накопления в овальной чаше датчика, последняя, преодолевая сопротивление пружины опускается, перекрывая отверстия для поступления воздуха в полость датчика, тем самым увеличивая вакуумметрическое давление доения.

Использованием в качестве контрольного параметра светопрозрачности потока молока отличаются устройства автоматического отключения доильного аппарата, разработанные в Казанском государственном аграрном университете Лукмановым Р.Р., Волковым И.Е., Зиганшиным Б.Г., Мустафиным А.А., Кашановым И.И. и Ситдиковым Ф.Ф., а также Лукмановым Р.Р., Зиганшиным Б.Г., Волковым И.Е., Кашаповым И.И. и Мустафиным А.А. [84, 85, 86]. Для управления процессом доения авторы использовали оптопару, в состав которой входит светодиод, излучающий ИК-лучи, и приемное устройство, установленную на прозрачном молокопроводе доильного аппарата и включаемую в электрическую цепь питания коммутатора воздушных потоков системы управления режимом доения доильного аппарата.

А вот в доильном аппарате, разработанном во Вятской государственной

сельскохозяйственной академии Рыловым А.А., Шулятьевым В.Н. и Конопельцевым И.Г., в качестве датчика потока молока по каждой четверти вымени авторы применили парно расположенные конические электроды, установленные на пути истекаемых из молочных патрубков потоков молока, включаемые в электронную систему визуального и светового оповещения оператора о стадии процесса доения [87].

Использование энергии струи воздуха и потока молока заложено в конструкцию струйного датчика управления режимом доения Винниковым И.К., Беновой Е.В., Дмитренко С.А., Пахомовым Ю.В. и Падалко Г.А. [88, 89, 90]. Датчик включает ферромагнитный рассекатель воздушного потока, фиксируемый в исходном положении постоянным магнитом на пути движения молока из коллектора доильного аппарата в молокоприемное устройство, расположенным в корпусе струйного датчика. Также струйный датчик включает ловушку, заслоняемую ферромагнитным рассекателем при движении молока и соединяемого с сильфонной системой управления режимом доения калиброванным отверстием – с атмосферой. В начальный момент, при отсутствии молока, или интенсивности потока не выше 10-12 г/с, доильный аппарат работает в трехтактном режиме. При достижении указанного значения интенсивности, поток молока отрывает ферромагнитный рассекатель от магнита и проворачивая его на оси заслоняет ловушку, изменяя направление движения воздушного потока. В результате изменяется давление в сильфонной системе управления режимом доения и доильный аппарат переходит в двухтактный режим работы. При уменьшении интенсивности потока молока ферромагнитный рассекатель возвращается в исходное положение, открывая ловушку, фиксируя на сосках, а затем снимая доильный аппарат.

Известны датчики потока молока с плавающими клапанами.

В серии представленных Дорофеевым С.В. разработок доильного аппарата в качестве такого элемента конструкции используется клапан в виде шара.

Дорофеевым С.В. разработан четырехкамерный пульсоколлектор доильного аппарата, в котором в каждой камере, сообщаемой с подсосковой камерой доильного стакана, имеются в дне сливное, а в боковой стенке – перепускное отверстия,

которые при отсутствии молока или малой его интенсивности потока частично перекрыты клапаном, имеющем форму шара, тем самым снижая интенсивность отсоса воздуха из подсосковой камеры доильного стакана в процессе доения и создавая щадящий режим воздействия на сосок [91]. При всплытии поплавок в потоке молока перепускное и сливное отверстия открываются, и соответствующая камера коллектора переходит в номинальный режим доения. При опускании включается предыдущий режим.

Использованием спаренных шаровидных поплавков, верхний из которых при нижнем своем положении частично перекрывается перепускное отверстие в боковой стенке, а нижний – сливное отверстие, выполненное в дне молоколовушки [92, 93].

Датчик, который содержит четыре поплавковых камеры с клапанами шаровидной формы, калиброванные отверстия, сообщающие молокоприемные камеры с атмосферой, отверстие, сообщающее молокоприемную камеру с молокосборной и днище молокоприемной камеры чашевидной формы – отличительная особенность следующей разработки Дорофеева С.В. [94, 95].

Дополнением к вышеописанным коллекторам доильных аппаратов является поршень с верхней частью, расположенной в камере переменного давления, сообщаемой с пульсатором и межстенными камерами доильных стаканов, а нижней - молокоприемной камере коллектора [96, 97]. Причем, при крайнем нижнем положении в такте сжатия поршень частично прикрывает сливные отверстия, сообщающие молокоприемные камеры датчиков потока молока с молокосборной камерой, тем самым в такте сжатия снижая вакуум под соском. При этом такт сжатия происходит в более щадящем режиме. Верхняя часть поршня снабжена буртиком, подвергаемого воздействию перепада давлений в такте сосания в результате поступления атмосферного давления под буртик из атмосферы через отверстие и вакуума в камере переменного давления.

Отличительная особенность коллектора доильного аппарата с таким же клапаном, выполненным виде шара, - отверстие, сообщающее полость каждой из четырех молокоприемных камер с атмосферой, расположено ниже центра клапана, а

отверстие, сообщающее полость молокоприемной камеры с молокоприемным патрубком – выше центра клапана [98].

Известен также коллектор доильного аппарата, разработанный Дорофеевым С.В., в котором, наряду с наличием в каждой из четырех молокоприемных камер поплавкового клапана в виде шара, имеется регулировочный винт, а также патрубок, соединяемый с камерой переменного вакуума и закрытый снизу мембраной, расположенный над входом в молокоотводный патрубок [99]. Регулировочным винтом регулируют скорость протекания процесса, а мембрана регулирует давления, имитируя образование такта отдыха для сосков.

Клапан поплавковый, установленный на полом штоке с возможностью перемещаться в вертикальной плоскости, содержит датчик молока, разработанный Некрашевичем В.Ф., Ульяновым В.М., Топилиным Д.Н. и Утолиным В.В. [100]. И клапан поплавковый, и полый шток содержат радиальные отверстия. Шток содержит выступ для опоры клапана в нижнем положении и соединен каналом с распределительной камерой. Перемещение поплавкового клапана в вертикальной плоскости при интенсивном молоковыделении в крайнее верхнее положение обеспечивает сообщение через совмещаемые радиальные отверстия в полом штоке и поплавке распределительной и молочной камеры, обеспечивая тем самым снижение вакуума под соском в такте сжатия. Этим обеспечивается более щадящее сжатие соска.

Однако данные датчики потока молока не влияют синхронно с изменяемым давлением в подсосковых камерах на давление в межстенных камерах, а также не исключается возможность засорения калиброванных сливных отверстий молока из молоколовушек в молокоприемную камеру коллектора.

В Омском государственном аграрном университете Дорофеевым, С.В., Сабиевым У.К. и Егоровой Т.С. разработан пульсоколлектор доильного аппарата, в котором в четырех камерах размещены поплавки с канавками на боковых стенках [101]. Камеры имеют калиброванные сливные отверстия, рассчитанные на малую интенсивность потока истекаемого молока. При этом поплавок находится в нижней части, боковыми стенками поплавок и внутренней стенкой камеры создавая

калиброванную щель, тем самым создавая пониженное вакуумметрическое давление доения. При возрастании интенсивности потока молока поплавок всплывает, совмещая канавку со впускным и выпускным каналом камеры, тем самым влияя на вакуум доения.

В качестве датчика потока молока всплывающий клапан, открывающий патрубок для интенсивного отсоса молока и воздуха из подсосковых камер доильных стаканов, используют в предлагаемом коллекторе доильного аппарата Продвлянов А.В., Чеглова О.Н., Лоскант Д.О. и Ульрих Д.А., сотрудники Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова [102].

Полый клапан, установленный на полом штоке, содержащем в верхней части буртик, подвижно входящий в углубление в крышке коллектора, и с образованием калиброванной щели входящий своей нижней частью в отверстие в дне молокоприемной камеры коллектора, сообщаемой калиброванным отверстием с атмосферой, – составляющие датчиков потока молока четырехкамерного коллектора доильного аппарата, разработанного Дорофеевым С.В. [103]. Его работа заключается в перемещении в вертикальной плоскости полого штока с полым клапаном под воздействием действующего на буртик перепада давлений, а также всплытия полого клапана в молоке, накапливаемом в молоколовушке и при этом изменении вакуумметрического давления под соском в доильном стакане в результате изменения проходного сечения калиброванной щели, образованной входящим своей нижней частью в отверстие в дне молокоприемной камеры коллектора полого штока.

Такой же принцип работы заложен в конструкцию коллектора доильного аппарата, разработанного этим же автором, но управление режимом доения в нем осуществляется в целом по вымени [104].

Однако в данных устройствах не предусмотрена синхронизация изменения вакуумного режима по камерам стакана.

Клесовым Д.Н., Ужиком В.Ф. и Фурсенко А.А., разработана молоколовушка со сливным отверстием, перекрываемым иглой переменного сечения, прикрепленной к поплавку, переливной патрубком, и лазерный датчик перемещения по-

плавка, связанный с электронным блоком управления режимом работы пульсатора доильного аппарата [105].

В конструкцию доильного аппарата с пневмоцилиндром его снятия по завершению доения, разработанного Некрашевичем В.Ф., Ульяновым В.М., Утолиным В.В. и Москвитиным И.А., авторами включен пневмодатчик контроля завершения доения [106]. Пневмодатчик включает молокосорную камеру с установленным на полой штоке поплавковым клапаном, над которой размещены плунжерная и клапанная камеры, сообщающиеся между собой отверстием. Запоршневая полость плунжерной камеры со стороны поршня большего диаметра патрубком соединена с полой штоком, в исходном положении отсоединяемого от полости молокосорной камеры поплавковым клапаном. Молокосорная камера в нижней части содержит калиброванное, а также переливное отверстие для истечения молока. После подключения доильного аппарата к молочно-вакуумной линии оператор включает в стартовое положение клапанную камеру, выдвигает трос пневмоцилиндра и устанавливает доильный аппарат на соски вымени. При малой интенсивности потока, молоко стекает из молоколовушки через калиброванное отверстие. Увеличение потока молока приводит к всплытию поплавкового клапана и, как следствие, через открывшийся проход сообщению между собой через полой шток полости молоколовушки и запоршневой полости плунжерной камеры. Доильный аппарат включается в следящий режим. При снижении потока молока и опускании поплавкового клапана в крайнее нижнее положение, происходит разъединение полости молоколовушки и запоршневой полости плунжерной камеры. В результате перемещения поршня происходит коммутация воздушных потоков, и пневмоцилиндр производит снятие доильного аппарата с вымени коровы.

Борознин В.А., Борознин А.В. и Скориков А.С. предложили в качестве датчика потока молока в устройстве для регулирования режима доения в зависимости от интенсивности потока молока использовать стакан с пустотелым поплавком, телескопическим штоком, с калиброванным отверстием, связанным с клапаном, разделяющим вакуумный редуктор на верхнюю и нижнюю полости, сообщающиеся между собой калиброванным каналом с клапаном, управляемым флажком на

штоке, причем верхняя полость соединена с надмембранной полостью, мембраной отделяемой от подмембранной полости регулятора вакуумметрического давления [107, 108]. Калиброванный канал, сообщающий верхнюю и нижнюю полости между собой, обеспечивает создание в верхней полости, и далее, в надмембранной камере пониженного вакуумметрического давления, которое вызывает прогиб мембраны вниз до образования калиброванной щели с патрубком, сообщающим полость стакана с подмембранной камерой. В результате в подсосковых камерах доильных стаканов также установится пониженное стимулирующее давление. При всплытии пустотелого поплавка и, как следствие, подъеме клапана вверх, в верхней полости, и далее, в надмембранной камере установится номинальное давление, которое вызовет выравнивание мембраны. В результате – номинальный режим доения. При снижении потока молока – обратное переключение на предыдущий режим.

В Саратовском ГАУ создан доильный аппарат, регулятор щели датчика потока молока которого содержит иглу, прикрепленную к поплавку [109].

В разрыв молокопроводного шланга доильного стакана включается регулятор вакуумметрического давления, разработанный Белорусском научно-исследовательском институте животноводства [110]. Датчиком потока молока в нем выступает поплавок, нижний клапан которого при нижнем его положении перекрывает калиброванное отверстие в дне молоколовушки, а верхний клапан, установленный на штоке и расположенный над разделительной пластиной с калиброванными отверстиями, закрывает осевое отверстие в ней. В боковых стенках молоколовушки выполнены сливные отверстия. Вначале, и по завершению доения, при отсутствии молока, вакуум в подсосковую камеру поступает через боковые отверстия в молоколовушке и далее через калиброванные отверстия разделительной пластины, снижаясь до заданного вакуумметрического давления, оказывая стимулирующее или щадящее воздействие. В процессе доения, молоко, накапливаясь в молоколовушке вызывает всплытие поплавка, тем самым открывая верхним и нижним клапаном осевое и калиброванное отверстия. При этом в подсосковой камере вакуумметрическое давление возрастает до номинального и

идет обычное доение. Молоко стекает из молоколовушки через нижнее калиброванное отверстие, а его избыток – через боковые отверстия в молоколовушке. По завершению доения и опусканию поплавка в крайнее нижнее положения, оба клапана закрываются и доильный стакан переходит в шадящий режим доения.

Несмотря на довольно простую конструкцию регуляторов вакуумметрического давления с поплавковым датчиком потока молока в конструкциях доильных аппаратов, описываемых выше, отсутствие устройств, синхронно изменяющих давление в межстенных камерах доильных стаканов не допускает возможность их использования, так как в данном случае неизбежно бочкообразное состояние сосковой резины при доении в шадящем режиме и, как следствие «наползание» на сосок.

Ужиком В.Ф. и Мазуренко Р.В. разработан доильный аппарат, датчик которого – молоколовушка с поплавком, который содержит две иглы [111, 112]. Нижняя игла образует в отверстии, выполненном в дне молоколовушки, калиброванную щель для истечения молока с заданной интенсивностью. Верхняя игла - паз для сообщения камеры управления регулятора вакуума с полостью молоколовушки.

Аналогичная конструкция датчиков, но только для почетвертного доения, использована в доильном аппарате Ужиком В.Ф и Чехуновым О.А. [113].

Но следует заметить, что в данных конструкциях не исключается попадание молока из молоколовушки в камеры управления.

Двухрежимный доильный аппарат Винникова И.К. включает датчик потока молока, в котором используется поплавок со штоком, совершающим перемещение под воздействием поплавка относительно штуцеров и переключателя с камерой постоянного вакуума и атмосферной камерой, тем самым коммутируя воздушные потоки, и фиксируемого в стартовом положении скобой [114, 115, 116]. В нижней части поплавка снабжен иглой, образующей в отверстии калиброванный канал для истечения молока с заданной интенсивностью.

Полянин В.К., Продивлянов А.В. и Акимов Н.С. предложили датчик, поплавок которого содержит две иглы; - для образования нижней щели для молока, и

верхней – для воздуха [117].

Однако данные конструкции датчиков потока молока обладают одним общим недостатком: - большие габаритные размеры и наличие пар трения, что снижает надежность конструкции.

Достаточно широко известны датчики потока молока, в которых используются магниты, взаимодействующие с клапанами пневматических систем управления доением.

К поплавку прикреплен магнит, притягивающий клапан к посадочному гнезду в нижнем его положении, и отпускающий клапан при всплытии поплавка, тем самым коммутируя воздушные потоки, в доильном аппарате «Нурлат» [118].

Ужик О.В. и Ужик Я.В., предложили доильный аппарат с четырехкамерным коллектором, в камерах которого расположены поплавки с центральным отверстием [119]. Снизу к поплавкам прикреплены магниты, взаимодействующие с пневмоклапанами, прикрепленными снаружи каждой камеры коллектора.

Такую же конструкцию имеет датчик потока молока, используемый в доильном аппарате, разработанном в Белгородском государственном аграрном университете имени В.Я. Горина [120, 121]. Авторы разработки Ужик В.Ф., Тетерядченко А.И., Ужик О.В. и Кутовой Д.О.

Но магнитоуправляемые клапаны пневматических систем недостаточно надежны в эксплуатации.

Наиболее интересным техническим решением является применение датчиков потока молока, принцип которых основан на использовании магнитов, взаимодействующих с герконами, включаемыми в электрическую цепь управления режимом доения коров.

Одним из таких доильных аппаратов – аппарат, разработанный Ужиком В.Ф., Науменко А.А., Чигриным А.А. и Шарко В.И. [122, 123]. Датчик потока молока включает поплавок, коаксиально расположенный относительно переливного патрубка с калиброванным вырезом в нижней части. Поплавок снабжен магнитом, а на корпусе молоколовушки установлен геркон, осуществляющий управление электроклапаном, включенным в пневматическую линию управления режимом

доения коровы.

Недостатком этого доильного аппарата является то, что требуется дополнительный узел – датчик потока молока, что значительно увеличивает габаритные размеры доильного аппарата.

Недостатком вышеописанного доильного аппарата: достаточно большие габаритные размеры коллектора и ненадежная система регулирования давления в межстенных камерах стаканов обладает и доильный аппарат, предложенный Ужиком В.Ф., Некипеловым С.И. и Китаевой О.В. [124].

Итог анализа: - создано много доильных аппаратов с техническим решением датчиков потока молока, обладающими оригинальностью. Но, вместе с тем, датчики обладают достаточно большими габаритными размерами, что создает неудобство в эксплуатации доильных аппаратов.

Как следует из изложенного, наиболее перспективен - доильный аппарат с почетвертным регулируемым вакуумным режимом в доильных стаканах в зависимости от интенсивности молокоотдачи под управлением расположенных в коллекторе поплавковых датчиков потока молока с герконом и магнитом, и для уменьшения габаритных размеров коллектора совмещаемые с регуляторами вакуумметрического давления в подсосковых и межстенных камерах доильных стаканов.

Из приведенного выше анализа данных литературы, изучения вариантов конструкций доильных аппаратов и их датчиков потока молока, управляющих режимом доения, вытекает **цель** настоящей работы: увеличение продуцирования молока и снижение уровня заболеваемости вымени коров маститом на основе разработки и обоснования конструктивно-режимных параметров датчиков потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата.

Для достижения цели исследований необходимо решить следующие задачи:

- выявить перспективное направление в создании датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата, разработать его конструкцию;
- разработать математические модели рабочего процесса элементов конструкции датчика потока молока;

- на основе теоретических и экспериментальных исследований установить оптимальные конструктивные и режимные параметры элементов конструкции датчика потока молока;
- изучить влияние разработанного почетвертного адаптивного доильного аппарата на продуцирование молока и уровень заболеваемости вымени коров маститом;
- дать экономическую оценку эффективности использования почетвертного адаптивного доильного аппарата.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДАТЧИКА ПОТОКА МОЛОКА ПОЧЕТВЕРТНОГО АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

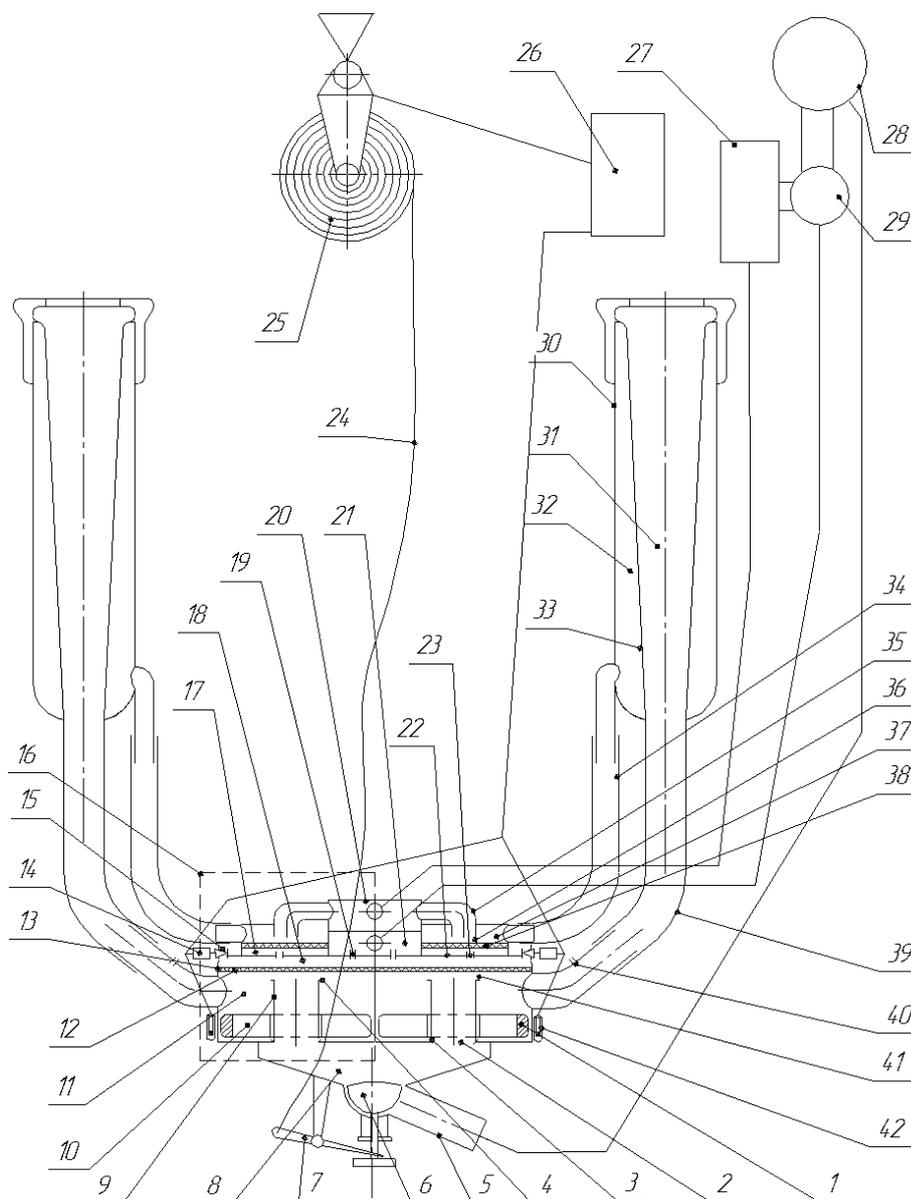
2.1. Обоснование конструктивно-технологической схемы почетвертного адаптивного доильного аппарата

Изучение данных литературы о результатах поиска учеными и практиками оптимальных способов доения коров, их испытаний, изучение опыта эксплуатации серийного доильного оборудования, а также изучение известных технических решений, классификация которых приведена на рисунке 1.1, позволило нам прийти к заключению: - в настоящее время на данном уровне развития науки техники вполне возможно применение полуавтоматов доения коров при привязном их содержании.

Для этого нами разработан доильный аппарат (Рисунок 2.1) (Патент № 2695868) (Приложение А) (ПМ №202513) (Приложение Б), обеспечивающий почетвертной управляемый режим доения коровы [125...130].

Используют доильный аппарат так. Пружинный механизм 25 подвешивают на вакуумпроводе (на схеме не показано). При этом пружина механически удерживает трос 24, тем самым обеспечивая подвешенное положение коллектора 13 с доильными стаканами 30. Патрубок 5 камеры 8 коллектора 13 соединяют с молокопроводом 28, а камеру 21 постоянного вакуумметрического давления и пульсатор 34 подключают к вакуумной магистрали 29 и включают блок управления 26. Через камеру 21 и далее калиброванные каналы 19 вакуумметрическое давление поступает в камеры управления 18 всех четырех секций 16 коллектора 13, которые калиброванными каналами 15 с электроклапанами 14 соединены с атмосферой. Поступлением атмосферного воздуха через калиброванные каналы 15 обеспечивают установление в камерах управления 18 пониженного вакуумметрического давления, например, 33 кПа. Одновременно через калиброванный канал 23 в перегородке 22 пониженное вакуумметрическое давление поступает и в камеру управления 17. Из вакуумной магистрали 29 через пульсатор 27 и распределительную камеру 20 переменное вакуумметрическое давление поступает в патру-

бок 35 и далее, через калиброванную щель 36, поступает в камеру 37 регулируемого давления.



1 – магнит; 2 – отверстие; 3 – выемка; 4 – буртик; 5 – патрубок; 6 – клапан; 7 – рычаг; 8 - молокоприемная камера; 9 - подвижной патрубок; 10 – поплавок; 11 – молоколовушка; 12 – мембрана; 13 – коллектор; 14 – электроклапан; 15 – канал; 16 – секция; 17 и 18 - камера управления; 19 – канал; 20, 21 – камера; 22 – перегородка; 23 - калиброванный канал; 24 – трос; 25 - пружинный механизм; 26 - блок управления; 27 – пульсатор; 28 – молокопровод; 29 - вакуумная магистраль; 30 - доильный стакан; 31 – подсосковая камера; 32 - межстенная камера; 33 - сосковая резина; 34, 35 – патрубок; 36 – щель; 37- камера регулируемого вакуумметрического давления; 38 – мембрана; 39 – патрубок; 40 – канал; 41 – щель; 42 – геркон.

Рисунок 2.1 – Доильный аппарат с почетвертной адаптацией режима доения на линейных доильных установках

А так как в камере управления 17 пониженное вакуумметрическое давление, то мембрана 38, прогибаясь вверх под воздействием перепада давления в камере управления 17 и патрубке 35, в который от пульсатора поступает вакуум, например, 48 кПа, ограничивает величину давления в камере 37, например, до 33 кПа, которое по патрубку 34 и поступает в межстенную камеру 32 доильного стакана 30. При этом пульсирующее вакуумметрическое давление, поступающее в патрубки 35 от пульсатора 27, вызывает колебания мембраны 38. Калиброванный канал 23 в перегородке 22 уменьшает степень влияния колебаний вакуумметрического давления в камере управления 17 на вакуумметрическое давление в камере управления 18 в процессе пульсаций пульсатора. Из молокопровода 28 вакуумметрическое давление поступает в патрубок 5 молокоприемной камеры 8 четырехсекционного коллектора, перекрытый клапаном 6.

Доильный аппарат готов к работе.

Доильный аппарат устанавливают на вымя коровы. Для этого включают блок управления 26 и, увлекая трос 24, вращают барабан пружинного механизма 25, тем самым взводя пружину и освобождая доильный аппарат. При этом фиксатором предотвращают обратное вращение барабана. Доильные стаканы 30 подводят под вымя коровы и открывают клапан 6. При этом вакуумметрическое давление поступает в молокоприемную камеру 8 коллектора 13 и далее через отверстие 2, подвижной патрубков 9 и калиброванную щель 41, - в молоколовушку 11. А так как из молокопровода 28 поступает номинальное вакуумметрическое давление, например 48 кПа, а в камере управления 18 пониженное вакуумметрическое давление (33 кПа), то мембрана 12, прогибаясь вниз под воздействием перепада давлений, уменьшает калиброванную щель 41, тем самым ограничивая откачку воздуха из молоколовушки 11, что обеспечивает установление в ней пониженного вакуумметрического давления, которое по патрубку 39 поступает в подсосковую камеру 31 доильного стакана 30. Доильные стаканы надевают на соски вымени и осуществляют доение в стимулирующем режиме. Молоко из подсосковой камеры 31 стекает через калиброванный канал, образуемый выемкой 3 в нижнем обрезе подвижного патрубка 9 и посадочным гнездом отверстия 2, в молокоприемную

камеру 8 коллектора 13 и далее через патрубок 5 в молокопровод 28. При этом поступающий через калиброванный канал 40 в патрубок 39 атмосферный воздух обеспечивает активное движение молока и стабилизацию вакуумметрического давления в подсосковой камере 31 доильного стакана 30. При увеличении потока молока в каком-либо доильном стакане 30 происходит его накопление в молоколовушке 11 соответствующей ему секции 6, что приводит к всплытию поплавка 10 и удалению установленного в нем магнита 1 из зоны взаимодействия с герконом 42, что приводит к его срабатыванию и, как следствие, срабатыванию по команде блока управления 26 электроклапана 14, который перекрывает доступ атмосферного воздуха через калиброванный канал 15 в камеру управления 18. Это приводит к увеличению вакуумметрического давления в камере управления 18, а также в камере управления 17 до номинального (48 кПа) в камерах 31 и 32 доильного стакана 30. При этом, при накоплении молока в молоколовушке 11 его перетекание в молокоприемную камеру 8 происходит через верхний обрез подвижного патрубка 9, а также через щель, образуемую нижним обрезом подвижного патрубка 9 и посадочным гнездом отверстия 2 при воздействии всплывающего поплавка 10 на буртик 4 подвижного патрубка 9 и его перемещения вверх. Таким образом осуществляют доение в номинальном режиме.

При последующем снижении интенсивности потока молока, поплавок 10 меняет свое положение, опускаясь вниз, и переносит магнит 1 в зону взаимодействия его магнитного поля с герконом 42. Происходит обратное переключение на стимулирующий режим работы. Такое переключение в датчике потока молока происходит по каждому соску в отдельности, тем самым обеспечивая оптимальный режим доения. При снижении интенсивности потока молока во всех секциях 16 коллектора 13, блоком управления 26 расфиксируют барабан. При этом трос 24, наматываясь на барабан, воздействует на рычаг 7 и перекрывает клапаном 6 патрубок 5, тем самым отключая и снимая доильный аппарат.

2.2. Теоретическое обоснование конструктивно-режимных параметров поплавкового датчика потока молока

Изменение вакуумного режима доения в каждом доильном стакане осуществляется в результате замыкания-размыкания контактов герконов под воздействием магнитного поля магнитов, прикрепленных к поплавкам.

2.2.1. Обоснование расстояния от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при нижнем его положении

Каждый геркон, в зависимости от его назначения, габаритных размеров, режимов работы, обладает своей чувствительностью. Она характеризуется магнитодвижущей силой срабатывания геркона (замыкания, размыкания или коммутации цепи, в зависимости от конструкции), магнитодвижущей силой, при которой геркон возвращается в исходное состояние (холостой режим), и гистерезисом. Гистерезис характеризует интервал варьирования зоны удержания геркона в рабочем режиме по мере удаления источника магнитного поля с точки срабатывания в точку возвращения геркона в исходное состояние. Выражается этот показатель в процентном соотношении магнитодвижущей силы в момент срабатывания геркона к магнитодвижущей силе в момент перехода геркона в холостой режим.

Из [131...135] известно, что напряженность H магнитного поля по мере удаления от постоянного магнита уменьшается, и характер ее изменения зависит от формы источника магнитного поля. Для магнита прямоугольной формы эта зависимость имеет вид:

$$H = \frac{B_r}{\pi\mu_0} \left[\arctan \frac{AB}{2a\sqrt{4a^2+A^2+B^2}} - \arctan \frac{AB}{2(C+a)\sqrt{4(C+a)^2+A^2+B^2}} \right], \quad (2.1)$$

где B_r – остаточная индукция магнита, Тл;

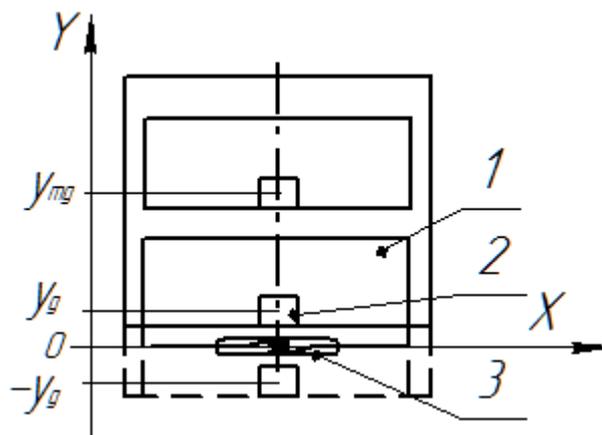
A, B, C – стороны магнита, м;

μ_0 – магнитная постоянная, $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ Гн/м;

a – удаление точки определения напряженности магнитного поля от плоскости магнита, образованной сторонами A и B , м.

Как следует из описания работы предложенного нами доильного аппарата, при нижнем положении поплавок 1 (Рисунок 2.2) геркон 3 находится в магнитном

поле магнита 2, магнитодвижущая сила которого равна или больше магнитодвижущей силы $F_{зам}$ замыкания его контактов.



1 – поплавок; 2 – магнит; 3 – геркон.

Рисунок 2.2 - К определению перемещения поплавка

В таком случае в доильном стакане устанавливается стимулирующий режим доения. Для переключения доильного стакана в номинальный режим доения необходимо, чтобы при всплытии поплавка, в результате увеличения интенсивности потока молока выше установленного значения, например, 50 мл/мин., и его накопления в молоколовушке, его перемещение y_{mg} в вертикальной плоскости относительно геркона 3 вдоль оси Y Декартовой системы координат, начало которой расположено на горизонтальной линии, проходящей через центр его симметрии, было таким, при котором магнитодвижущая сила магнита F в зоне геркона уменьшилась и стала ниже магнитодвижущей силы $F_{раз}$ перехода геркона в исходное состояние.

Определить данное перемещение можно, воспользовавшись уравнением (2.1), вначале установив закономерность изменения напряженности магнитного поля на герконе в зависимости от a – удаления точки определения напряженности магнитного поля от плоскости магнита.

В нашем случае (Рисунок 2.2), мы можем записать:

$$a = y_{mg}. \quad (2.2)$$

А так как магнитодвижущая сила F (МДС) связана с напряженностью магнитного поля в этой же точке выражением:

$$F = aH, \quad (2.3)$$

то с учетом уравнения (2.1) мы можем записать равенство для определения характера зависимости магнитодвижущей силы на герконе от удаления от него магнита:

$$F = \frac{aB_r}{\pi\mu_0} \left[\arctan \frac{AB}{2a\sqrt{4a^2+A^2+B^2}} - \arctan \frac{AB}{2(C+a)\sqrt{4(C+a)^2+A^2+B^2}} \right], \quad (2.4)$$

Герконы обладают гистерезисом. Поэтому магнитодвижущие силы $F_{зам}$ замыкания и магнитодвижущие силы $F_{раз}$ размыкания их контактов не равны между собой [136...140].

В таком случае, решив уравнение (2.4) относительно a и подставив в него значение магнитодвижущей силы $F_{зам}$ замыкания геркона, взятое из его характеристики, мы можем определить максимально допустимое удаление a_{zmax} точки крепления геркона к корпусу молоколовушки от магнита при нижнем положении поплавка (Рисунок 2.2). С учетом коэффициента надежности замыкания контактов геркона, мы можем записать:

$$|\pm y_g| = k_z a_{zmax}, \quad (2.5)$$

где y_g - максимально допустимое удаление a_{zmax} точки крепления геркона к корпусу молоколовушки от магнита при нижнем положении поплавка с учетом коэффициента надежности замыкания контактов геркона, m ;

k_z – коэффициент надежности замыкания контактов геркона, $k_z < 1$.

А подставив в уравнение (2.4) значение магнитодвижущей силы $F_{раз}$ размыкания контактов геркона, взятое из его характеристики, мы можем определить минимально допустимое удаление a_{rmin} от геркона магнита при всплытии поплавка (Рисунок 2.2). С учетом коэффициента надежности размыкания контактов геркона, мы можем записать:

$$y_{mg} = k_r a_{rmin}, \quad (2.6)$$

где k_r – коэффициент надежности размыкания контактов геркона, $k_r > 1$.

Из этого следует, что перемещение поплавка в результате всплытия, при котором обеспечивается размыкание контактов геркона и включение номинального режима доения данного соска коровы, составляет:

$$\Delta y = y_{mg} - y_f, \quad (2.7)$$

где Δy - перемещение поплавка в результате всплытия, при котором обеспечивается размыкание контактов геркона, m ;

y_f – фактическое положение точки крепления геркона на корпусе молоколовушки, выбранное из конструктивных соображений, m .

При этом, при выборе местоположения геркона должно выполняться условие:

$$-y_g < y_f < +y_g, \quad (2.8)$$

Для проведения теоретических исследований уравнения (2.1) сделаем допущения по конструктивным параметрам составных частей: - используем данные характеристики неодимового магнита (Неодим-железо-бор ($NdFeB$)) размером $4 \times 4 \times 4$ мм.

Как показывает расчет, при перемещении магнита с точки начального удаления от геркона 2,0 мм в точку удаления 30,0 мм напряженность магнитного поля на герконе уменьшается с 112,73 кА/м до 0,25 кА/м. Эта зависимость представлена на рисунке 2.3 [141...145].

Выполнить же расчеты по установлению положения геркона относительно магнита при нижнем положении поплавка, а также перемещение магнита при всплытии поплавка с использованием уравнения (2.4) не представляется возможным, так как оно в развернутом виде достаточно громоздко и имеет сложную структуру. Поэтому выполним его теоретическое исследование с построением графика для визуального представления искомой зависимости с последующим установлением по расчетным таблицам интервала варьирования магнитодвижущей силы в зависимости от расстояния.

Как свидетельствуют данные таблицы 2.1 при перемещении магнита с точки начального удаления от геркона 2,0 мм в точку удаления 30,0 мм магнитодвижущая сила на герконе уменьшается с 225,46 А до 7,79 А.

Таблица 2.1. Результаты исследований магнитодвижущей силы на герконе в зависимости от удаления магнита

a, мм	2	6	10	14	18	22	26	30
F, А	225,46	98,55	49,17	29,09	19,16	13,55	10,09	7,80

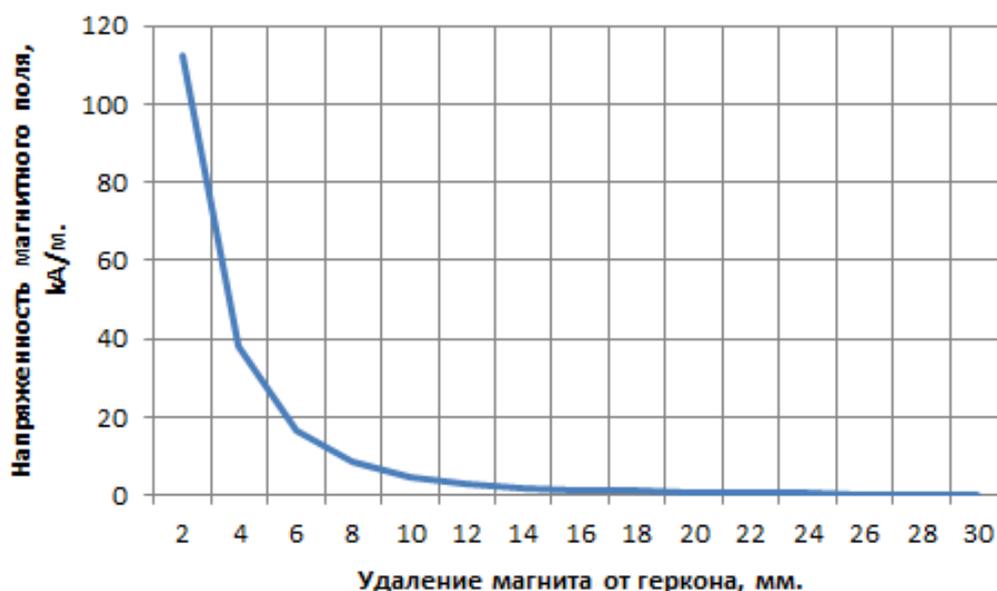


Рисунок 2.3 – Зависимость напряженности магнитного поля от удаления магнита от геркона

График данной зависимости представлен на рисунке 2.4.

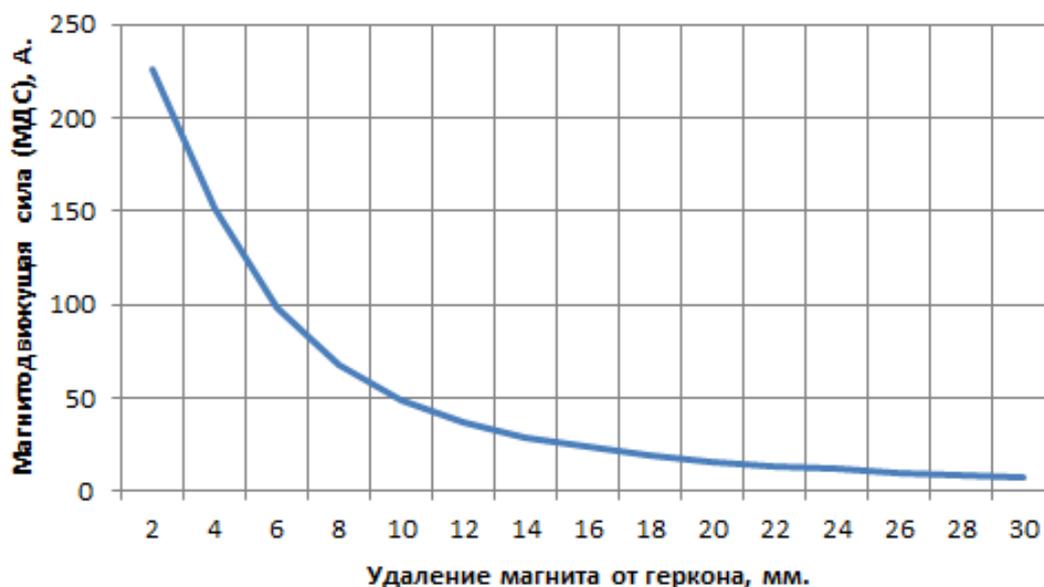


Рисунок 2.4 – Зависимость магнитодвижущей силы от удаления магнита от геркона

В качестве исполнительного механизма использовали геркон *КЭМ-2* группы *Б* типа *SPST-NO* (*Single Pole, Single Throw Normally Open*, то есть «один полюс, один канал») – обычный выключатель, в котором два контакта нормально разомкнуты, МДС срабатывания *21-42 А*.

Как следует из таблицы 2.1 и графика, приведенного на рисунке 2.4, максимально допустимое удаление геркона от магнита в момент замыкания его контак-

тов, при максимальном значении МДС – 42 А, составляет 11,20 мм, а при размыкании – минимально допустимое удаление - 17,12 мм.

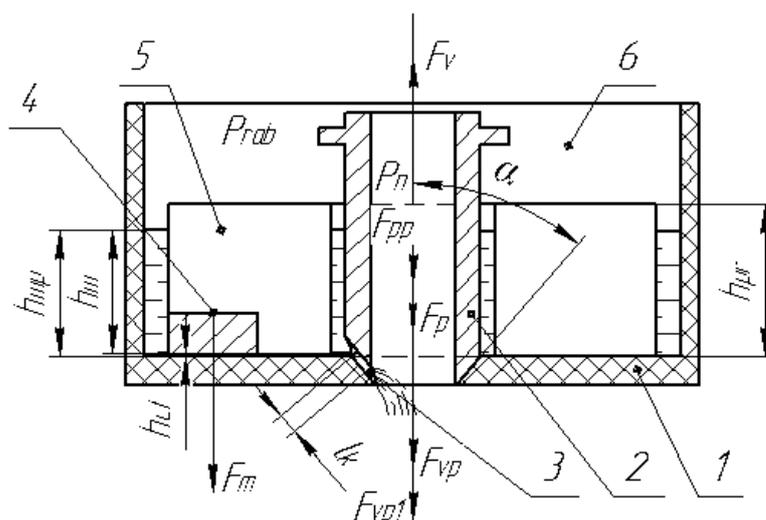
При поступлении молока в молоколовушку 1 согласно закону Архимеда на поплавки 5 начинает действовать подъемная сила F_v , величина которой зависит от глубины погружения поплавка в молоко и его площади поперечного сечения (Рисунок 2.5) [146]:

$$F_v = \gamma h_{mp} S_p, \quad (2.9)$$

где γ – удельный вес молока, H/m^3 ;

h_{mp} – глубина погружения поплавка в молоко, м;

S_p – площадь поперечного сечения поплавка, m^2 .



1 – молоколовушка; 2 – подвижной патрубков; 3 - калиброванный канал; 4- магнит; 5 - поплавок, 6 - камера.

Рисунок 2.5 – Молоколовушка с поплавком

Поскольку поплавок содержит отверстие, посредством которого он надевается на подвижной патрубков, площадь поперечного сечения поплавка можно представить как:

$$S_p = \frac{\pi}{4} (D_p^2 - d_p^2), \quad (2.10)$$

где D_p – наружный диаметр поплавка, м;

d_p – диаметр отверстия поплавка, м.

При этом должно выполняться условие работоспособности поплавкового датчика потока молока, заключающееся в том, что вес поплавка, содержащего

магнит, не должен превышать подъемную силу, действующую на поплавков при погружении его в молоко [147...151]:

$$F_v \geq F_{vp}, \quad (2.11)$$

где F_{vp} – вес подвижных частей, H .

Вес подвижных частей включает вес поплавка и вес магнита:

$$F_{vp} \geq F_p + F_m, \quad (2.12)$$

где F_p – вес поплавка, H ;

F_m – вес магнита, H .

С учетом уравнений (2.9), (2.10), (2.11) и (2.12) мы можем определить глубину погружения поплавка в молоко:

$$h_{mp} = \frac{4(F_p + F_m)}{\pi\gamma(D_p^2 - d_p^2)}, \quad (2.13)$$

А так как при интенсивной молокоотдаче поплавков, всплывая, приподнимает за буртик и подвижной патрубков, тем самым образуя щель для истечения молока, следует учитывать и его вес:

$$F_{vp1} \geq F_p + F_m + F_{pp}, \quad (2.14)$$

где F_{vp1} – общий вес подвижных частей, H ;

F_{pp} – вес подвижного патрубка, H .

В этом случае глубина погружения поплавка в молоко будет больше и составит:

$$h_{mpp} = \frac{4(F_p + F_m + F_{pp})}{\pi\gamma(D_p^2 - d_p^2)}, \quad (2.15)$$

где h_{mpp} – глубина погружения поплавка в молоко с учетом веса подвижного патрубка, m .

Из вышесказанного вытекает еще одно условие работоспособности поплавкового датчика потока молока: - высота поплавка должна быть не менее глубины погружения поплавка в молоко, определяемой по уравнению (2.15):

$$h_p \geq h_{mpp}, \quad (2.16)$$

где h_p – высота поплавка, m ;

Введя дополнительно коэффициент запаса высоты поплавок, для исключения его полного погружения в молоко с уменьшенным удельным весом в результате вспенивания под воздействием подсосываемого воздуха из атмосферы через калиброванный канал в молочном патрубке, мы можем записать уравнение для расчета высоты поплавок:

$$h_{pr} = k_p h_{mpp}, \quad (2.17)$$

где k_p – коэффициент запаса высоты поплавок;

h_{pr} – практическая высота поплавок, м.

Или:

$$h_{pr} = \frac{4k_p(F_p + F_m + F_{pp})}{\pi\gamma(D_p^2 - d_p^2)}, \quad (2.18)$$

А так как высота поплавок оговаривается уравнением (2.18), мы можем определить минимально допустимое расстояние от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при крайнем нижнем его положении:

$$h_{mol} = \Delta y + h_{pr}, \quad (2.19)$$

где h_{mol} – минимально допустимое расстояние от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при крайнем нижнем его положении, м.

Отсюда, с учетом уравнений (2.6), (2.7), (2.8), (2.18) и (2.19), а также коэффициента запаса расстояния, мы можем определить оптимальное расстояние от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при крайнем нижнем его положении, чем регламентируется его длина:

$$h_{opt} = k_{opt} \left(\frac{4k_p(F_p + F_m + F_{pp})}{\pi\gamma(D_p^2 - d_p^2)} + k_r a_{rmin} - y_f \right), \quad (2.20)$$

где h_{opt} – оптимальное расстояние от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при крайнем нижнем его положении, м;

k_{opt} – коэффициент запаса расстояния, $k_{opt} > 1$.

Подставив в уравнение (2.20) значения коэффициентов:

k_z – коэффициент надежности замыкания контактов геркона, $k_z = 0,8$;

k_r – коэффициент надежности размыкания контактов геркона, $k_r = 1,2$;

k_{opt} – коэффициент запаса расстояния, $k_{opt} = 1,2$,

а из таблицы 2.2 значения параметров поплавок, и варьируя положением геркона y_f относительно магнита при нижнем положении поплавок в интервале от $-11,20$ мм до $+11,20$ мм, мы можем установить интервал варьирования расстояния от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при крайнем нижнем его положении.

Таблица 2.2. Конструктивные параметры элементов датчика потока молока

Параметр	Значение
Вес поплавок, Н	0,11
Вес магнита, Н	0,02
Вес подвижного патрубка, Н	0,02
Диаметр поплавок наружный, м	0,043
Диаметр поплавок внутренний, м	0,013
Диаметр патрубка наружный, м	0,012
Диаметр патрубка внутренний, м	0,008
Удельный вес молока, Н/м ³	10000,0
Номинальное вакуумметрическое давление, Па	48000,0
Стимулирующее вакуумметрическое давление, Па	33000,0

Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 2.3. Результаты расчета варьирования расстояния от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при крайнем нижнем его положении в зависимости от положения магнита относительно геркона

y_f , мм	-11,20	-8,4	-5,6	-2,8	0	2,8	5,6	8,4	11,20
h_{opt} , мм	47,1	44,4	41,7	39,0	36,4	33,7	31,0	28,3	25,6

На рисунке 2.6 представлена данная зависимость в графическом виде.

Как следует из полученных данных, минимально допустимое расстояние от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при крайнем нижнем его положении, равное $25,6$ мм, может быть при удалении геркона в противоположном направлении от направления всплытия поплавок – $11,2$ мм, в то же время при смещении геркона по отношению к магниту на ту же величину, но в направлении всплытия поплавок, - расстояние должно быть не менее $47,1$ мм.

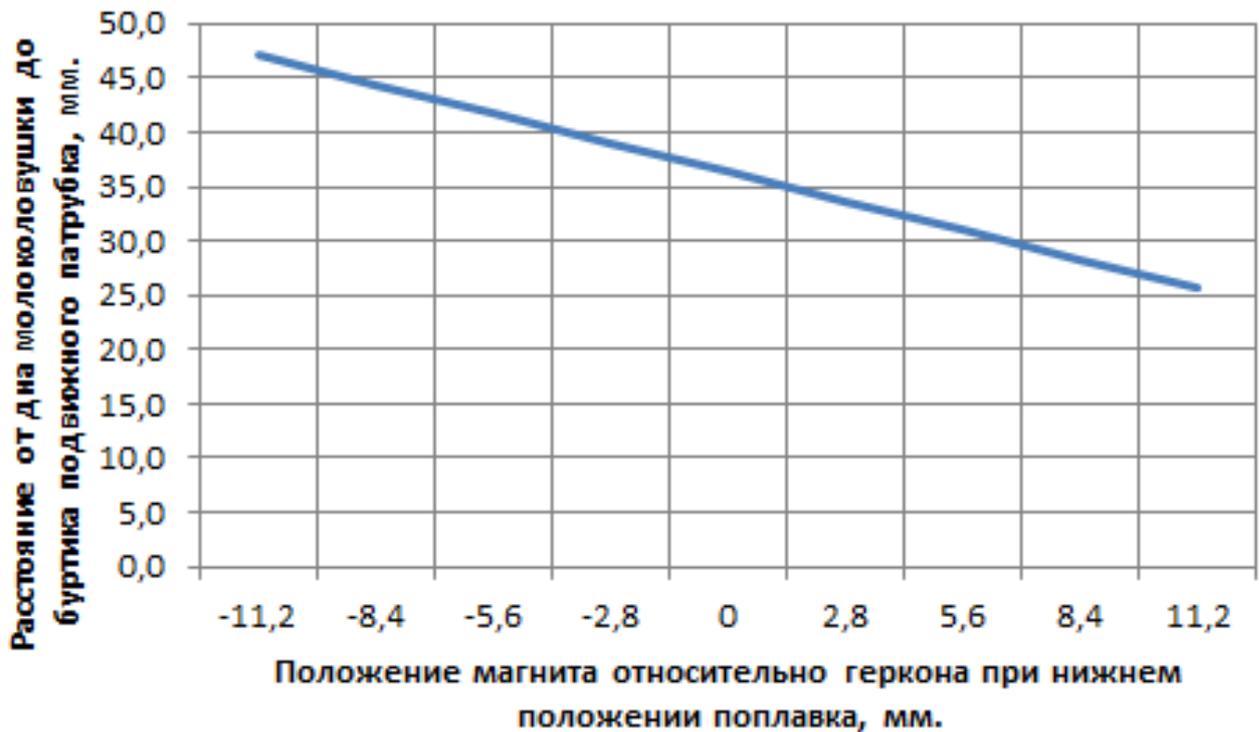


Рисунок 2.6 – Зависимость расстояния от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при крайнем нижнем его положении от положения геркона относительно магнита при нижнем положении поплавка

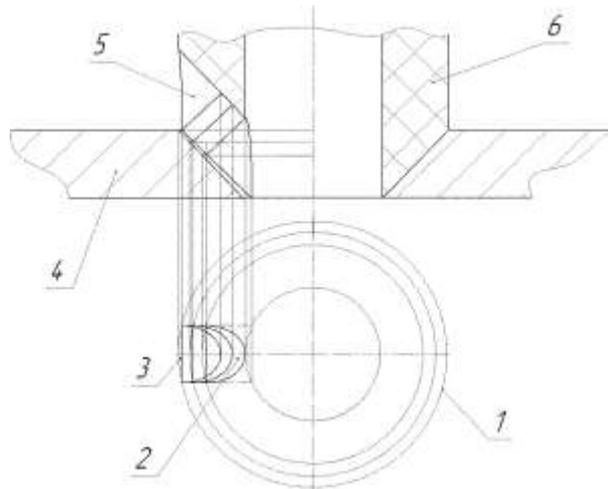
2.2.2. Обоснование конструктивных параметров калиброванного канала, образуемого нижним обрезом подвижного патрубка, содержащим выемку, и посадочным гнездом, выполненным в дне молоколовушки

При незначительном количестве поступающего из доильного стакана в молоколовушку молока, не выше установленного для доения в стимулирующем режиме, поплавков находится в нижнем положении.

Это обеспечивается тем, что синхронно с поступающим в молоколовушку, из молоколовушки молоко стекает в молокоприемную камеру коллектора через калиброванный канал, образованный калиброванной выемкой в подвижном патрубке, с посадочным гнездом в отверстии, выполненном в дне молоколовушки, с заданной интенсивностью, например, 50 мл/мин. При этом возможный максимальный уровень молока в молоколовушке равен глубине погружения поплавка, определяемой уравнением (2.15). Как показывают предварительные расчеты, выполненные по уравнению (2.15), при весе поплавка $0,11 Н$, весе магнита $0,02 Н$ и весе

подвижного патрубка $0,02 \text{ Н}$, наружном и внутреннем диаметре поплавка соответственно $0,043$ и $0,013 \text{ м}$, глубина погружения поплавка составляет $0,011 \text{ м}$.

Напор истечения молока из молоколовушки формируется глубиной погружения центра тяжести поперечного сечения калиброванного канала, а также перепадом давления в молоколовушке и молокоприемной камере коллектора [146...152]. Как свидетельствует рисунок 2.7, поперечное сечение калиброванного канала состоит из двух составляющих [153, 154]:



1 – горизонтальное сечение сопряжения посадочного гнезда в отверстии в дне молоколовушки и подвижного патрубка по глубине отверстия; 2 – горизонтальная проекция поперечного сечения выемки в подвижном патрубке; 3 – часть калиброванного канала, образуемая конической поверхностью посадочного гнезда; 4 – дно молоколовушки; 5 – калиброванный канал; 6 – подвижной патрубок.

Рисунок 2.7 – Сопряжение посадочного гнезда в отверстии в дне молоколовушки и подвижного патрубка

$$S_k = S_{k1} + S_{k2}, \quad (2.21)$$

где S_k – площадь поперечного сечения канала истечения молока из молоколовушки, м^2 ;

S_{k1} – площадь поперечного сечения выемки в подвижном патрубке, м^2 ;

S_{k2} – площадь поперечного сечения части калиброванного канала, образуемая конической поверхностью посадочного гнезда, м^2 .

Площадь поперечного сечения выемки в подвижном патрубке:

$$S_{k1} = \frac{\pi d_k^2}{8}, \quad (2.22)$$

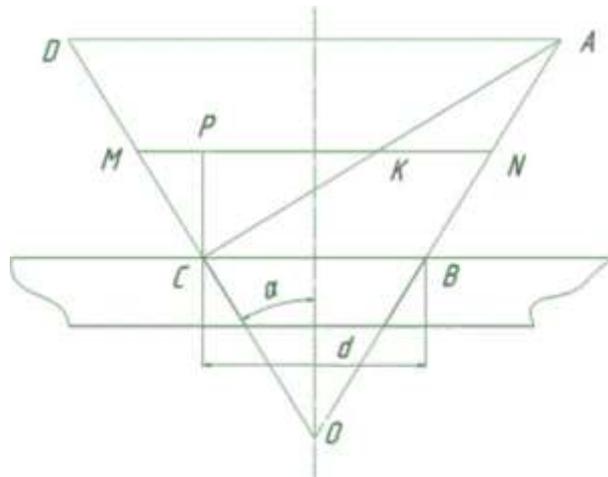
где d_k – диаметр поперечного сечения выемки в подвижном патрубке, м .

Так, при увеличении диаметра выемки от 0,2 до 2,0 мм площадь ее поперечного сечения (Рисунок 2.8) увеличивается с 0,0157 до 1,57 мм².



Рисунок 2.8 – Площадь поперечного сечения выемки в подвижном патрубке

На рисунке 2.9 приведена расчетная схема сопряжения посадочного гнезда в отверстии в дне молоколовушки и подвижного патрубка для определения площади его поперечного сечения.



AOD – коническая поверхность сопряжения посадочного гнезда в отверстии в дне молоколовушки и подвижного патрубка по глубине отверстия; OD, OA – образующие конической поверхности; AC – плоскость сечения конической поверхности, перпендикулярная образующей, в сечении которой получаем эллипс; AC – большая ось эллипса; K – центр эллипса, α – угол отклонения образующих OA, OD от оси симметрии.

Рисунок 2.9 – Расчетная схема посадочного гнезда в отверстии в дне молоколовушки и подвижного патрубка

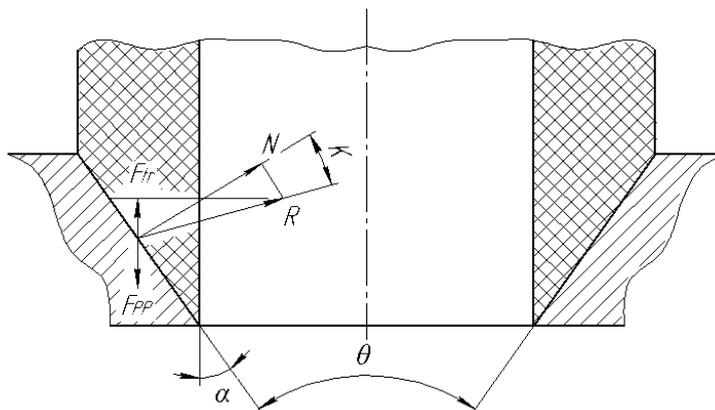
Для определения площади поперечного сечения части калиброванного канала, образуемой конической поверхностью посадочного гнезда, потребуется определить общую площадь эллипса, образуемого в сечении конической поверхности плоскостью, перпендикулярной боковой поверхности конуса.

При этом следует заметить, что исходя из условия работы датчика потока молока, сопряжение коническая поверхность подвижного патрубка – посадочное гнездо не должно обладать натягом, а должно обеспечивать лишь водо - молоко-непроницаемость. Это возможно при условии (Рисунок 2.10) [155... 157]:

$$\alpha \geq k, \quad (2.23)$$

где α – угол отклонения образующих OA, OD от оси симметрии, *рад*;

k – угол трения, *рад*.



N – нормальная реакция опорной поверхности, *H*; R – полная реакция опорной поверхности, *H*; F_{tr} – сила трения в вертикальной плоскости, *H*; θ – угол при вершине конуса.

Рисунок 2.10 – Сила трения в сопряжении коническая поверхность подвижного патрубка – посадочное гнездо в вертикальной плоскости.

В таком случае сила трения не препятствует перемещению подвижного патрубка вверх при всплытии поплавка.

При варьировании коэффициента трения скольжения в интервале 0,1 – 1,0 допустимое минимальное значение угла θ при вершине конуса, образующего посадочное гнездо, а равно и коническую поверхность подвижного патрубка, равно:

$$\theta \geq 2 \alpha, \quad (2.24)$$

варьирует в пределах от $11,43^\circ$ (0,2 рад) до $90,05^\circ$ (1,57 рад) (Рисунок 2.11).

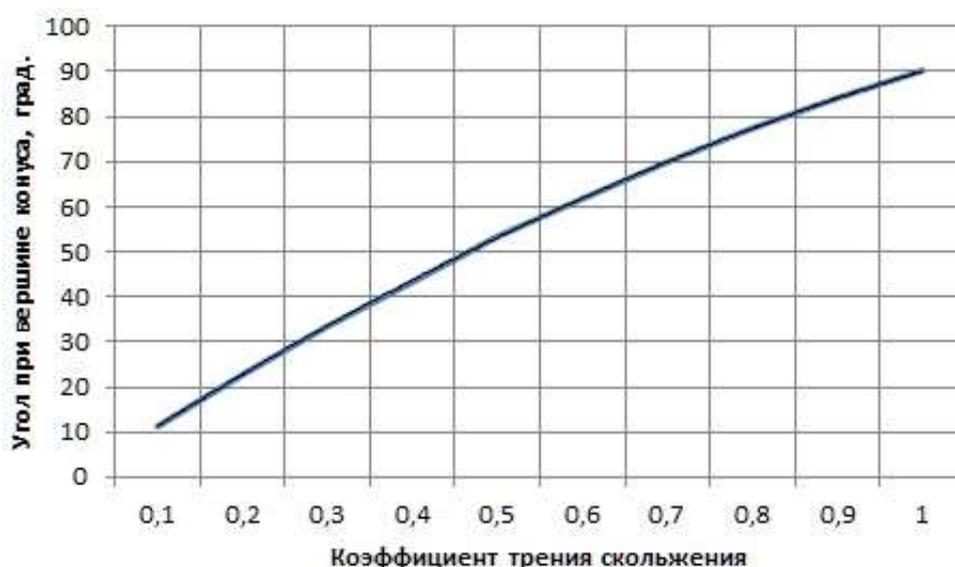


Рисунок 2.11 – Угол при вершине конуса, образующего посадочное гнездо в зависимости от коэффициента трения скольжения в сопряжении подвижной патрубков – посадочное гнездо

Например, при изготовлении подвижного патрубка из полипропилена, а посадочного гнезда – из поликарбоната, их коэффициент трения при взаимодействии составляет 0,35. В таком случае угол при вершине конуса, образующего посадочное гнездо, а равно и коническую поверхность подвижного патрубка, должен быть не менее $38,59^{\circ}$ ($0,67335$ рад).

В своих рассуждениях будем рассматривать данное сопряжение с углом при вершине конуса в интервале более 0 но менее 90° . При этом в рассматриваемом сечении будет эллипс. В противном случае в сечении мы получим параболу.

Принимая больший диаметр CB конического отверстия, равный d , и половину угла θ при вершине конуса, равный α , мы можем записать [153, 154, 158, 159]:

$$OC = \frac{CB}{2 \sin \alpha} = \frac{d}{2 \sin \alpha} \quad (2.25)$$

В таком случае большая ось эллипса будет равна:

$$AC = \frac{CB \tan 2\alpha}{2 \sin \alpha} = \frac{d \tan 2\alpha}{2 \sin \alpha} \quad (2.26)$$

Для определения длины меньшей оси эллипса, вначале определим положение его центра K на большой оси:

$$KC = \frac{AC}{2} = \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \quad (2.27)$$

Затем определим удаление положения К меньшей полуоси эллипса от точки М на образующей OD горизонтальной плоскости сечения конуса, проходящей через центр большей оси эллипса К:

$$KM = \frac{KC}{\cos \alpha} = \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha \cos \alpha} = \frac{d}{2 \cos 2\alpha} \quad (2.28)$$

Для определения диаметра NM окружности в сечении конуса горизонтальной плоскостью, проходящей через середину большей полуоси эллипса, вначале определим его удаление от большего диаметра конического отверстия CD:

$$CP = KC \sin \alpha = \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sin \alpha = \frac{d \tan 2\alpha}{4}, \quad (2.29)$$

а затем его одностороннее увеличение PM:

$$PM = CP \tan \alpha = \frac{d \tan 2\alpha \tan \alpha}{4}, \quad (2.30)$$

Отсюда, диаметр NM окружности (Рисунок 2.12) в сечении конуса горизонтальной плоскостью, проходящей через середину большей полуоси эллипса, равен:

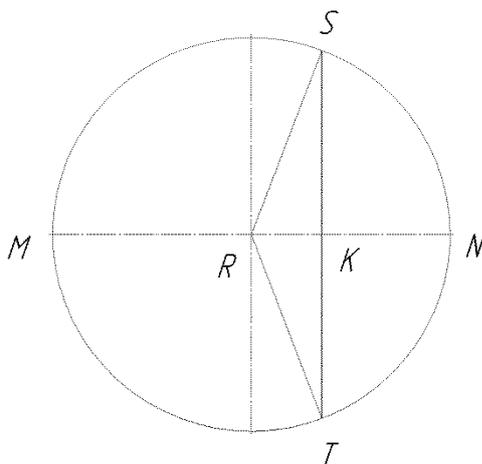


Рисунок 2.12 – К расчету длины меньшей оси эллипса

$$NM = 2CP \tan \alpha + CB = \frac{d \tan 2\alpha \tan \alpha}{2} + d = \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{2}, \quad (2.31)$$

И теперь мы можем определить удаление RK (Рисунок 2.12) положения меньшей оси ST от центра окружности R:

$$RK = KM - \frac{MN}{2} = \frac{d}{2 \cos 2\alpha} - \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} = \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}. \quad (2.32)$$

Отсюда длина меньшей оси ST равна:

$$ST = 2\sqrt{\left(\frac{MN}{2}\right)^2 - RK^2}. \quad (2.33)$$

Или:

$$ST = 2\sqrt{\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2}. \quad (2.34)$$

Если рассматривать эллипс, приведенный на рисунке 2.13, то из него следует, что искомая часть калиброванного канала, образуемая конической поверхностью посадочного гнезда, представлена здесь фигурой UNFC.

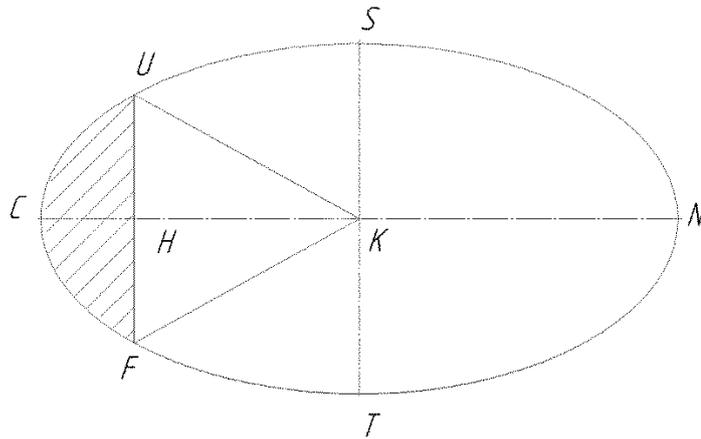


Рисунок 2.13 – К расчету части калиброванного канала, образуемой конической поверхностью посадочного гнезда

Для определения ее площади воспользуемся известным выражением [34. 35]:

$$S_{сек} = ab \arccos \frac{x_0}{a} - x_0 y_0, \quad (2.35)$$

где $S_{сек}$ – площадь сегмента, m^2 ;

a – большая полуось эллипса, м;

b – малая полуось эллипса, м;

x_0, y_0 – абсцисса и ордината соответственно крайней точки сегмента, м.

Значения a большой полуоси мы можем определить из уравнения (2.27). Разделив уравнение (2.34) на 2 мы получим размер малой полуоси b . Ординату крайней точки сегмента y_0 определим, разделив на 2 значение d_k – диаметр поперечного сечения выемки в подвижном патрубке. А для определения x_0 – абсциссы крайней точки сегмента воспользуемся каноническим уравнением эллипса, которое имеет вид:

$$\frac{x_0^2}{a^2} + \frac{y_0^2}{b^2} = 1, \quad (2.36)$$

Откуда:

$$x_0 = a \sqrt{\left(1 - \frac{y_0^2}{b^2}\right)}, \quad (2.37)$$

Или с учетом уравнений (2.27), (2.34)

$$x_0 = \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]}\right)}, \quad (2.38)$$

И теперь уравнение для расчета части калиброванного канала, образуемой конической поверхностью посадочного гнезда, будет иметь вид:

$$S_{k2} = \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} \times \\ \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]}\right)} - \\ - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]}\right)}, \quad (2.39)$$

Анализируя уравнение (2.39) можно отметить, что с увеличением конусности посадочного гнезда подвижного патрубка (Рисунок 2.14) площадь поперечного сечения канала, образованного конической поверхностью посадочного гнезда уменьшается, в то время как при увеличении диаметра впадины в подвижном патрубке она растет [153, 154, 158, 159].

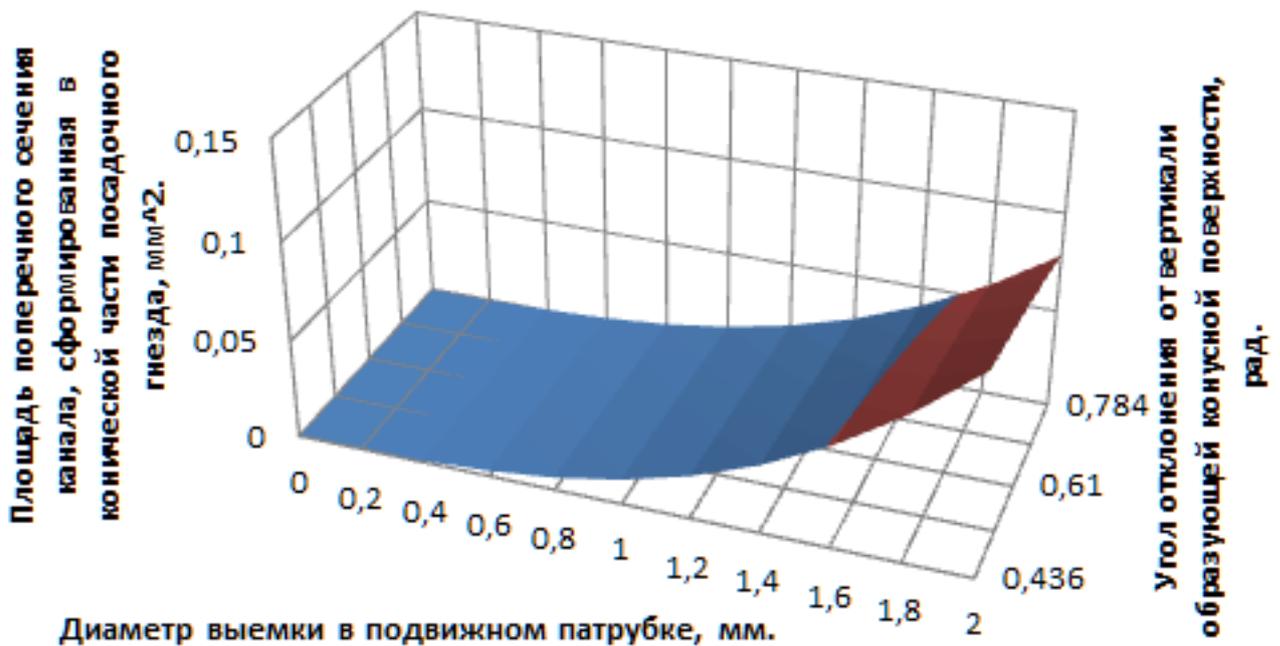


Рисунок 2.14 – Площадь поперечного сечения канала образованного конической поверхностью посадочного гнезда подвижного патрубка

В окончательном виде уравнение (2.21) для определения площади поперечного сечения канала истечения молока из молоколовушки с учетом уравнений (2.22) и (2.39) принимает вид (Рисунок 2.15):

$$S_k = \frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} \times$$

$$\times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)} -$$

$$- \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)}, \quad (2.40)$$

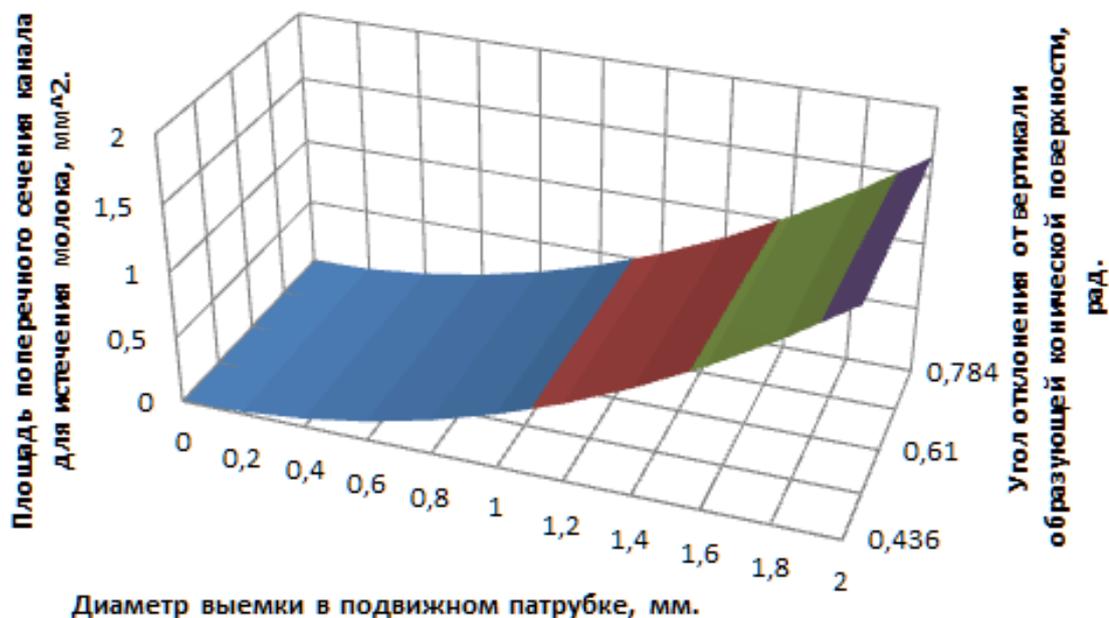


Рисунок 2.15 – Площадь поперечного сечения сливного канала

Как показывают расчеты по уравнению (2.40), для патрубка наружным диаметром 0,012 м, при максимальном угле наклона к оси симметрии образующей конической поверхности посадочного гнезда подвижного патрубка, равном 50° ($0,784 \text{ рад}$), и минимальном диаметре впадины в подвижном патрубке $0,2 \text{ мм}$, площадь поперечного сечения сливного канала составляет $0,0157 \text{ мм}^2$, в то время как при минимальном угле 25° ($0,436 \text{ рад}$) и максимальном диаметре выемки в подвижном патрубке, равном 2 мм , площадь поперечного сечения сливного канала составляет $1,671 \text{ мм}^2$.

Следует заметить, что с приближением к вершине конуса площадь поперечного сечения канала истечения молока увеличивается. Это связано с увеличением кривизны конической поверхности посадочного гнезда за счет уменьшения диаметра поперечного сечения конуса:

$$d_y = f(y, \alpha), \quad (2.41)$$

где y – перемещение плоскости поперечного сечения канала истечения молока по вертикали от основания конуса диаметром d к его вершине. Интенсивность изменения диаметра по высоте конуса зависит от угла α при вершине конуса отклонения его образующей от вертикали. Можно записать уравнение, аналитически связывающие данные параметры:

$$d_y = d - 2y \tan \alpha, \quad (2.42)$$

Подставив данное уравнение в уравнение (2.40) мы можем установить характер изменения площади поперечного сечения канала истечения молока из молоколовушки:

$$\begin{aligned} S_{ky} = & \frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{(d-2y \tan \alpha) \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \times \\ & \sqrt{\left(\frac{(d-2y \tan \alpha)(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{(d-2y \tan \alpha)[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} \times \\ & \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{(d-2y \tan \alpha)(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{(d-2y \tan \alpha)[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)} - \\ & - \frac{(d-2y \tan \alpha) d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \times \\ & \times \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{(d-2y \tan \alpha)(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{(d-2y \tan \alpha)[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)}, \quad (2.43) \end{aligned}$$

Как показывают выполненные расчеты по уравнению (2.43), как с перемещением плоскости сечения вдоль канала истечения молока по направлению к вершине конической поверхности посадочного гнезда, так и с увеличением диаметра впадины в подвижном патрубке, наблюдается увеличение площади поперечного сечения канала (Рисунок 2.16) [153, 154].

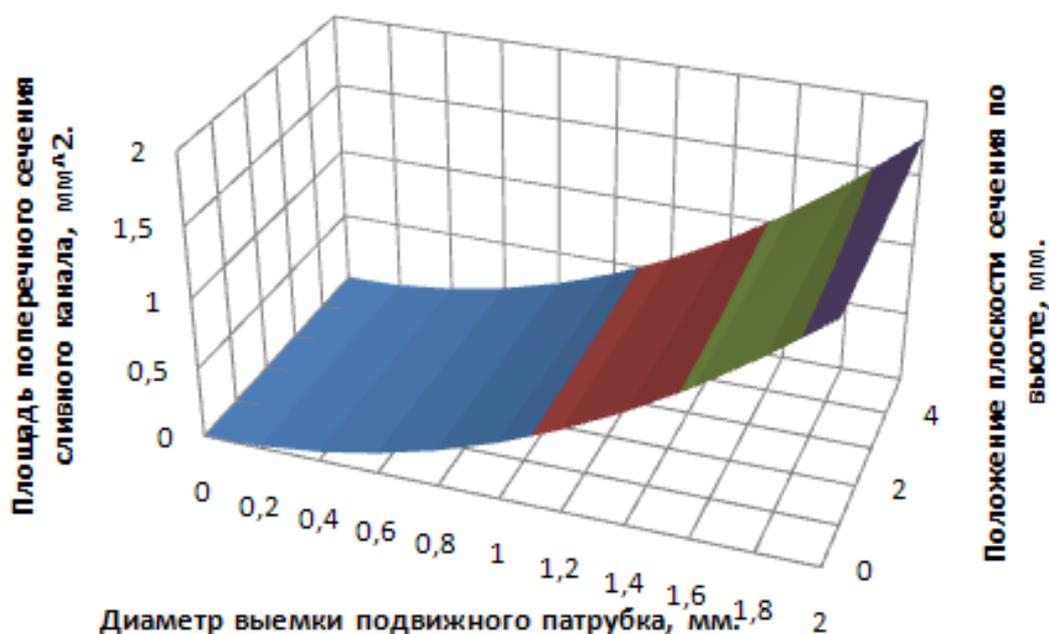


Рисунок 2.16 – Характер изменения площади поперечного сечения сливного канала по его длине

Так, для патрубка наружным диаметром $0,012$ м, при диаметре впадины в патрубке $0,002$ м и перемещении к вершине на 5 мм при угле наклона образующей 30° ($0,523$ рад), площадь поперечного сечения канала увеличивается с $1,666$ до $1,758$ мм².

При определении положения центра тяжести поперечного сечения канала истечения молока из молоколовушки, - точки приложения напора истечения, мы исходили из того, что, как показано на рисунке 2.7, канал состоит из двух составляющих: сечение выемки в подвижном патрубке и часть калиброванного канала, образуемая конической поверхностью посадочного гнезда. Их разделительная линия (Рисунок 2.12) проходит через центр окружности, полуокружность которой образует выемку в подвижном патрубке. А так как конструктивно выполнено так, что разделительная линия выполнена на уровне дна молоколовушки (Рисунок 2.5), Рисунок (2.7), то начало Декартовой системы координат разместим в центре полуокружности (Рисунок 2.17).

В таком случае сечение выемки, выполненное в виде полуокружности, будет иметь положение центра тяжести по оси Y на расстоянии от оси X :

$$y_{o1} = \frac{4UF}{3\pi} = \frac{4d_k}{3\pi}, \quad (2.44)$$

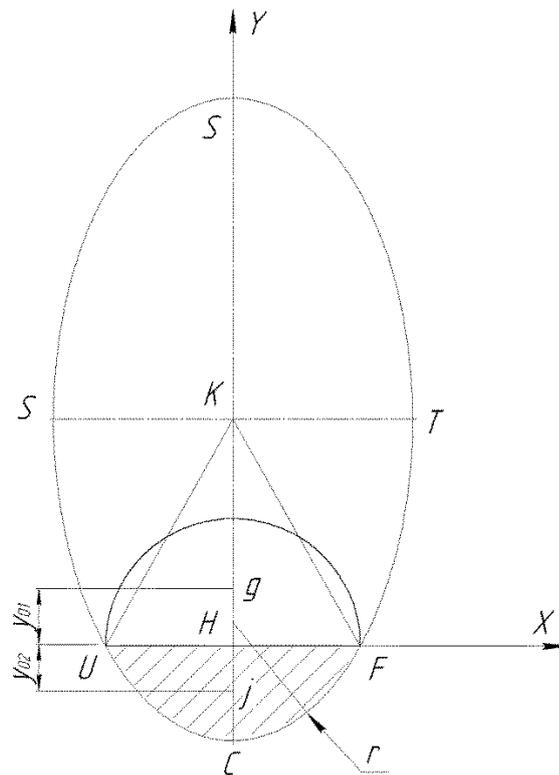


Рисунок 2.17 – К расчету положения центра тяжести сливного отверстия

Часть калиброванного канала, образуемую конической поверхностью посадочного гнезда, будем рассматривать как сектор эллипса радиусом r (Рисунок 2.18).

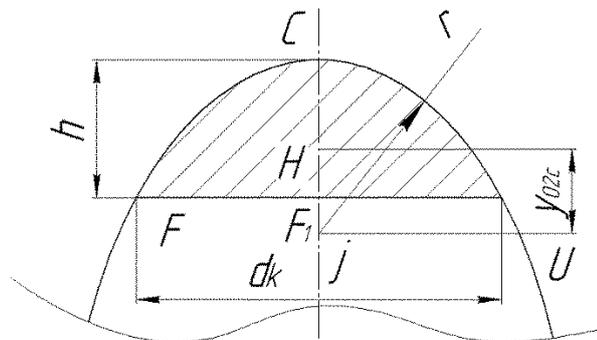


Рисунок 2.18 – К расчету положения центра тяжести части сечения, образуемой конической поверхностью посадочного гнезда

Положение центра тяжести относительно фокуса F_1 мы можем определить из уравнения:

$$y_{o2c} = \frac{d_k^3}{S_{k2}}. \quad (2.45)$$

С учетом того, что расстояние от центра эллипса K (Рисунок 2.13) до фокуса F_1 , с учетом уравнения (2.26) и (2.34) можно представить в виде:

$$KF_1 = \sqrt{\left(\frac{AC}{2}\right)^2 - \left(\frac{ST}{2}\right)^2}, \quad (2.46)$$

мы можем записать уравнение для определения положения центра тяжести y_{02} относительно разделительной линии:

$$y_{02} = y_{02c} + KF_1 - x_0 = y_{02c} + \sqrt{\left(\frac{AC}{2}\right)^2 - \left(\frac{ST}{2}\right)^2} - x_0, \quad (2.47)$$

Или с учетом (2.26), (2.34), (2.38) и (2.45):

$$y_{02} = y_{02c} + KF_1 - x_0 = \frac{d_k^3}{S_{k2}} + \sqrt{\left(\frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha}\right)^2 - \left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 + \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} - \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)}. \quad (2.48)$$

И теперь, зная координаты центра тяжести обеих частей, мы можем определить центр тяжести сливного канала:

$$y_{obc} = \frac{S_{k1}y_{01} - S_{k2}y_{02}}{S_{k1} + S_{k2}}. \quad (2.49)$$

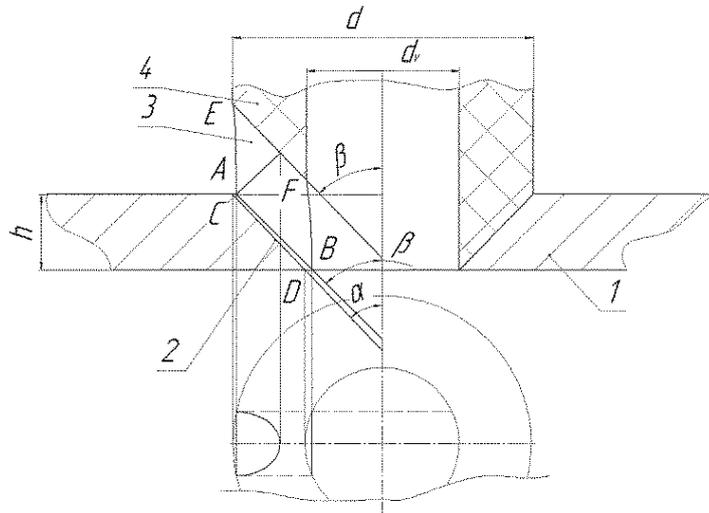
где y_{obc} – положение центра тяжести по оси Y поперечного сечения канала слива молока из молоколовушки, m .

Подставив в уравнение (2.49) уравнения (2.22), (2.39), (2.40), (2.44), (2.48), получим:

$$y_{obc} = \frac{(d_k^3 - 6S_{k2}y_{02})}{6S_k} = \{d_k^3 - 6\left[\frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} \times \right. \\ \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)} - \\ \left. - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)}\right] \times \\ \times \left[\frac{d_k^3}{S_{k2}} + \sqrt{\left(\frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha}\right)^2 - \left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 + \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} - \right.$$

$$\begin{aligned}
& \frac{d \tan 2 \alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2 \alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2 \alpha (\tan 2 \alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2 \alpha} \right)^2 \right]} \right)} \\
& 6 \left[\frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{d \tan 2 \alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(\frac{d(\tan 2 \alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2 \alpha (\tan 2 \alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2 \alpha} \right)^2} \right] \times \\
& \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2 \alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2 \alpha (\tan 2 \alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2 \alpha} \right)^2 \right]} \right)} - \\
& - \frac{d d_k \tan 2 \alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2 \alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2 \alpha (\tan 2 \alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2 \alpha} \right)^2 \right]} \right)} \quad (2.50)
\end{aligned}$$

Но при этом следует отметить, что как линия симметрии AB (Рисунок 2.19), так и образующая EF выемки 3 в подвижном патрубке 4 не параллельны образующей CD конического отверстия 2, выполненного в дне 1 молоколовушки.



1 – дно молоколовушки; 2 – образующая конического отверстия; 3 – выемка в подвижном патрубке; 4 – подвижной патрубков.

Рисунок 2.19 – К определению угла расположения оси симметрии и образующей выемки в подвижном патрубке относительно оси симметрии

Они расположены под углом β к оси симметрии подвижного патрубков 4 и конического отверстия 2. Это связано с тем, что выемка 3 в подвижном патрубке 4 имеет одинаковое поперечное сечение по всей своей длине. Из рисунка 2.19 следует, что:

$$h = \frac{d - d_v}{2 \tan \alpha}, \quad (2.51)$$

где h – толщина дна молоколовушки, m ;

d_v – внутренний диаметр подвижного патрубка, равный меньшему диаметру конического отверстия, m .

Но также мы можем записать:

$$h = \frac{\sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_k}{2}\right)^2} - \sqrt{\left(\frac{d_v}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_k}{2}\right)^2}}{\tan \beta}, \quad (2.52)$$

или

$$h = \frac{\sqrt{d^2 - d_k^2} - \sqrt{d_v^2 - d_k^2}}{2 \tan \beta}, \quad (2.53)$$

Отсюда, приравняв уравнения (2.51) и (2.53):

$$\frac{d - d_v}{2 \tan \alpha} = \frac{\sqrt{d^2 - d_k^2} - \sqrt{d_v^2 - d_k^2}}{2 \tan \beta}, \quad (2.54)$$

мы можем определить значение угла β положения оси симметрии и образующей выемки в подвижном патрубке относительно оси симметрии:

$$\beta = \arctg \frac{\tan \alpha \left(\sqrt{d^2 - d_k^2} - \sqrt{d_v^2 - d_k^2} \right)}{d - d_v}, \quad (2.55)$$

А с учетом уравнения (2.51) уравнение (2.55) приобретает вид:

$$\beta = \arctg \frac{\left(\sqrt{d^2 - d_k^2} - \sqrt{d_v^2 - d_k^2} \right)}{2h}, \quad (2.56)$$

Как показывают расчеты, выполненные по уравнению (2.56), значение угла β зависит как от угла при вершине конуса, образующего посадочное гнездо подвижного патрубка, так и от конструктивных параметров подвижного патрубка: - диаметра наружного и диаметра внутреннего. При наружном диаметре патрубка $0,012 \text{ м}$, внутреннем диаметре $0,008 \text{ м}$, угле отклонения образующей посадочного гнезда, равном $25^\circ (0,436 \text{ рад})$, диаметре впадины подвижного патрубка $0,0002 \text{ м}$ – угол β отклонения от оси симметрии образующей впадины патрубка практически соответствует углу положения образующей посадочного гнезда, а вот при диаметре впадины $0,002 \text{ м}$ угол составляет $25,45^\circ (0,444 \text{ рад})$. На рисунке 2.20 зависимость (2.56) представлена в графическом виде для указанных параметров подвижного патрубка.

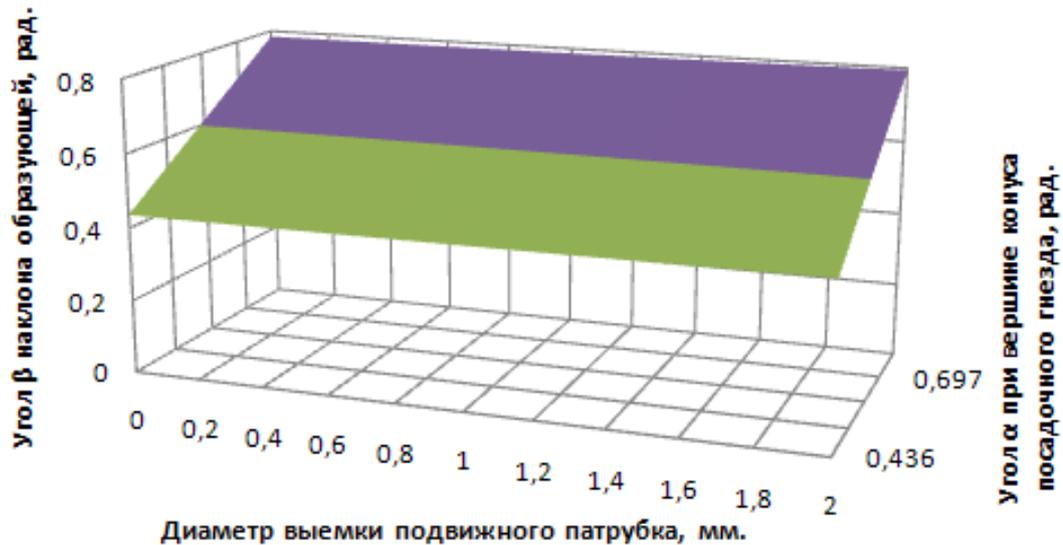


Рисунок 2.20 – Характер зависимости угла β отклонения от оси симметрии образующей впадины в подвижном патрубке

Высота положения центра тяжести поперечного сечения сливного канала над дном молоколовушки будет равна:

$$h_{ct} = \frac{(d_k^3 - 6S_{k2}y_{02})}{6S_k} \sin \beta, \quad (2.57)$$

где h_{ct} - высота положения центра тяжести поперечного сечения сливного канала над дном молоколовушки, м.

Или:

$$h_{ct} = \left\{ \left\{ d_k^3 - 6 \left[\frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} \right] \times \right. \right. \\ \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} - \\ - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} \times \\ \times \left[\frac{d_k^3}{S_{k2}} + \sqrt{\left(\frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \right)^2 - \left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 + \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} - \right. \\ \left. \left. \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} \right] \right\} /$$

$$\begin{aligned}
& 6\left[\frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} \times \right. \\
& \times \arccos \left. \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)} - \right. \\
& - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)} \times \\
& \times \operatorname{Sin} \operatorname{arctg} \frac{\left(\sqrt{d^2 - d_k^2} - \sqrt{d_p^2 - d_k^2}\right)}{2h}. \tag{2.58}
\end{aligned}$$

В таком случае напор истечения, создаваемый столбом молока в стимулирующем режиме доения при нижнем положении поплавка (Рисунок 2.2), может в критической точке на грани начала всплытия поплавка достигать значения:

$$h_m = h_{mp} - h_{ct}. \tag{2.59}$$

А с учетом уравнений (2.13) и (2.58), равенство (2.59) примет вид:

$$\begin{aligned}
h_m &= \frac{4(F_p + F_m + F_{pp})}{\pi \gamma (D_p^2 - d_p^2)} - \\
& - \left\{ \left\{ d_k^3 - 6\left[\frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} \times \right. \right. \\
& \times \arccos \left. \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)} - \right. \\
& - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)} \times \\
& \times \left[\frac{d_k^3}{S_{k2}} + \sqrt{\left(\frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha}\right)^2 - \left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 + \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} - \right. \\
& \left. \left. \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)} \right\} \right\} / \\
& 6\left[\frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} \times \right.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha (\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} - \\
& - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha (\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} \times \\
& \times \sin \arctg \frac{\left(\sqrt{d^2 - d_k^2} - \sqrt{d_v^2 - d_k^2} \right)}{2h}. \tag{2.60}
\end{aligned}$$

Из [146...152] известно, что при истечении жидкости через отверстия и насадки ее расход можно описать уравнением вида:

$$Q = \mu S \sqrt{2gH}, \tag{2.61}$$

где Q – расход жидкости, m^3/c ;

μ – коэффициент расхода;

S – площадь поперечного сечения сливного отверстия (канала), m^2 ;

g – ускорение свободного падения, m/c^2 ;

H – напор истечения жидкости, m .

Как мы показали выше, в нашем случае истечение молока из молоколовушки осуществляется через расширяющийся канал, площадь поперечного сечения которого на входе описывается уравнением (2.40), а на выходе – (2.43).

Длину канала истечения молока определим как (Рисунок 2.21):

$$LF = EF - EK - KL, \tag{2.62}$$

где LF – длина канала истечения молока, m ;

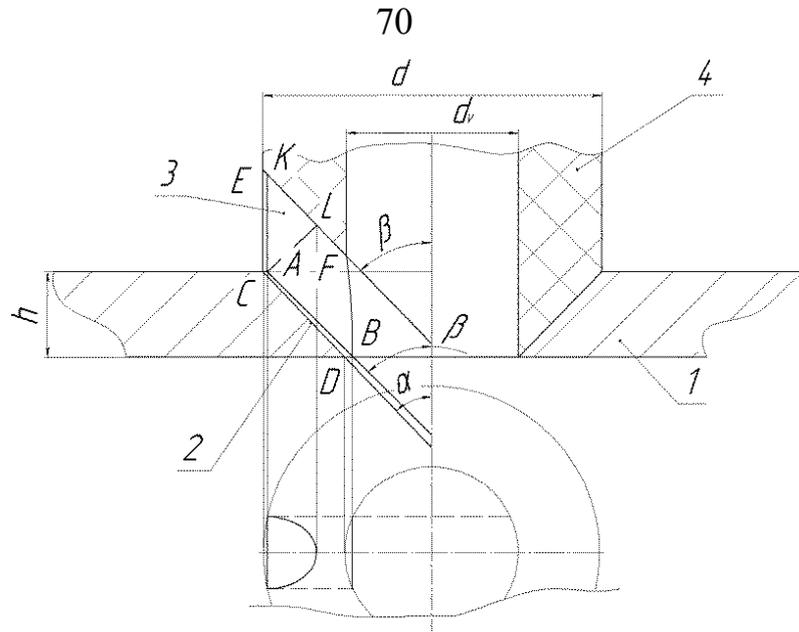
EF – длина образующей канала истечения, m ;

EK – проекция на линию LF расстояния AC положения линии раздела поперечного сечения сливного канала, образуемого выемкой в подвижном патрубке и конической поверхностью посадочного гнезда, m ;

KL – расстояние до плоскости поперечного сечения (начала) сливного канала, m .

Длина образующей канала истечения:

$$EF = \frac{d - d_v}{2 \sin \beta}. \tag{2.63}$$



1- дно молоколовушки; 2 - образующая конического отверстия; 3 - выемка в подвижном патрубке; 4 - подвижной патрубков.

Рисунок 2.21 – К определению длины сливного канала

Расстояние AC положения линии раздела поперечного сечения сливного канала, образуемого выемкой в подвижном патрубке и конической поверхностью посадочного гнезда, определим из выражения:

$$AC = \frac{d}{2} - \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_k}{2}\right)^2} . \quad (2.64)$$

Тогда:

$$EK = \frac{\frac{d}{2} - \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_k}{2}\right)^2}}{\sin \beta} = \frac{d - \sqrt{d^2 - d_k^2}}{2 \sin \beta} . \quad (2.65)$$

Расстояние KL до плоскости поперечного сечения (начала) сливного канала равно:

$$KL = \frac{d_k}{2 \tan \beta} , \quad (2.66)$$

И теперь, подставив в уравнение (2.62) уравнения (2.63), (2.65) и (2.66), определим длину l канала истечения молока:

$$LF = l = \frac{d - d_v}{2 \sin \beta} - \frac{d - \sqrt{d^2 - d_k^2}}{2 \sin \beta} - \frac{d_k}{2 \tan \beta} = \frac{\sqrt{d^2 - d_k^2} - d_k \cos \beta - d_v}{2 \sin \beta} . \quad (2.67)$$

Уравнение (2.61) содержит коэффициент расхода жидкости μ [22...28]:

$$\mu = \varepsilon \varphi , \quad (2.68)$$

где φ – коэффициент скорости;

ε – коэффициент сжатия струи.

Коэффициент скорости определяется как:

$$\varphi = \sqrt{\frac{1}{1 + \xi_{\text{отв}} + \xi_{\text{расш}} + \lambda \frac{l}{d_\varphi}}}, \quad (2.69)$$

где $\xi_{\text{отв}}$, $\xi_{\text{расш}}$ – коэффициенты местных сопротивлений;

l – длина канала, м;

d_φ – диаметр канала на выходе, м.

В нашем случае длина канала истечения l :

$$l = LF = \frac{\sqrt{d^2 - d_k^2} - d_k \cos \beta - d_v}{2 \sin \beta}. \quad (2.70)$$

А за диаметр d_φ мы можем принять приведенный диаметр, который получим из уравнений (2.21) и (2.40), характеризующих площадь поперечного сечения канала истечения молока из молоколовушки. Но учитывая, что калиброванный канал истечения расширяется к выходу, справедливым для определения приведенного диаметра будет полученное нами уравнение (2.43):

$$d_{pr} = 2 \sqrt{\frac{S_{ky}}{\pi}}. \quad (2.71)$$

где d_{pr} – приведенный диаметр калиброванного канала, м.

Или:

$$\begin{aligned} d_{pr} = 2 \left\{ \left[\frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{(d - 2y \tan \alpha) \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \right] \times \right. \\ \left. \sqrt{\left(\frac{(d - 2y \tan \alpha)(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{(d - 2y \tan \alpha)[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} \right. \\ \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{(d - 2y \tan \alpha)(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{(d - 2y \tan \alpha)[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} - \\ \left. - \frac{(d - 2y \tan \alpha) d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \right\} \times \\ \times \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{(d - 2y \tan \alpha)(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{(d - 2y \tan \alpha)[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right) / \pi}^{0.5}, \quad (2.72) \end{aligned}$$

При доении коровы в стимулирующем режиме напор истечения H молока из молоколовушки включает напор h_m , создаваемый столбом молока в молоколовушке, и напор, создаваемый перепадом давления между давлением в молоколовушке и молокоприемной камере коллектора:

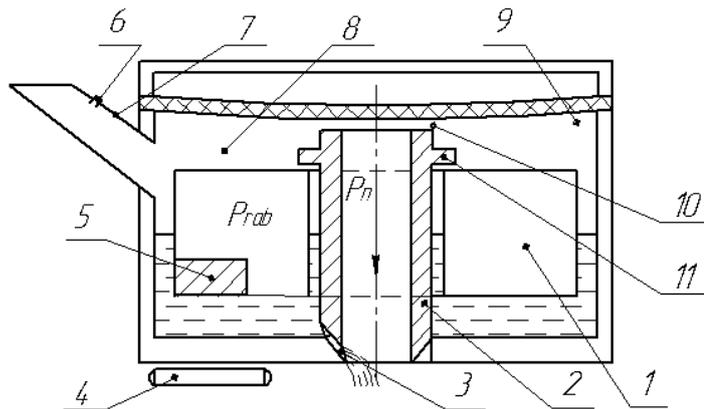
$$H = h_m + \frac{P_n - P_{st}}{\gamma}, \quad (2.73)$$

где P_n – номинальное вакуумметрическое давление, Па;

P_{st} – вакуумметрическое давление при доении в стимулирующем режиме, Па;

γ – удельный вес молока, Н/м³.

И теперь, используя известное уравнение (2.61) и наши промежуточные выкладки, мы можем записать уравнение для расчета расхода молока из молоколовушки через калиброванный канал 3 (Рисунок 2.22), образованный выемкой в подвижном патрубке 2 в коническом посадочном гнезде, выполненном в дне молоколовушки:



1 – поплавок; 2 – подвижной патрубков; 3 – калиброванный канал; 4 – геркон; 5 – магнит; 6 – калиброванный канал; 7 – патрубков; 8 – молоколовушка; 9 – мембрана; 10 – калиброванная щель; 11 – буртик.

Рисунок 2.22 – К обоснованию параметров щели между верхним обрезом подвижного патрубков и мембраной.

$$Q_{ms} = \varepsilon \varphi S_{ky} \sqrt{2g \left(h_m + \frac{P_n - P_{st}}{\gamma} \right)}, \quad (2.74)$$

где Q_{ms} – расход молока при доении в стимулирующем режиме, м³/с.

Подставив в данное уравнение уравнения (2.43), (2.60), (2.69), (2.70) и (2.72), мы можем установить требуемое значение диаметра d_k выемки в подвижном патрубке, при котором обеспечивается требуемый расход молока Q_{ms} из молоколо-

вушки в молокоприемную камеру коллектора при доении в стимулирующем режиме.

Однако уравнение (2.74) в развернутом виде достаточно громоздко и имеет сложную структуру. Поэтому выполним его теоретическое исследование с построением графика для визуального представления искомой зависимости с последующим установлением по расчетным таблицам интервала варьирования диаметра d_k выемки в подвижном патрубке. При этом используем допущения по конструктивным параметрам составных частей, приведенные в таблице 2.2:

Результаты теоретических исследований, представлены на рисунке 2.23 и в таблице 2.4.

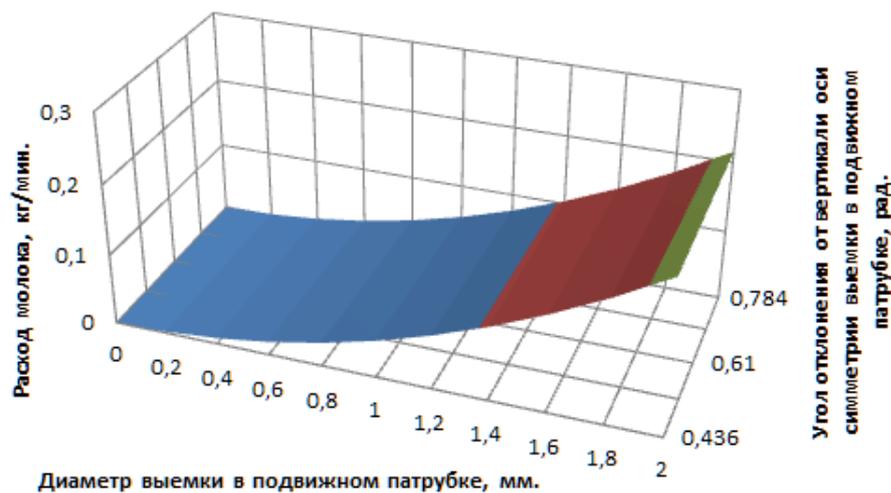


Рисунок 2.23 – К определению диаметра калиброванного канала для истечения молока из молоколовушки

Таблица 2.4 – Результаты исследований расхода молока из молоколовушки через калиброванный канал

Угол α , рад.	Диаметр выемки в подвижном патрубке, мм					
	0,2	0,6	1	1,4	1,8	2,0
0,436	0,002	0,018	0,052	0,105	0,175	0,218
0,523	0,002	0,018	0,052	0,104	0,175	0,217
0,61	0,002	0,018	0,052	0,104	0,174	0,216
0,697	0,002	0,018	0,052	0,104	0,174	0,216
0,784	0,002	0,018	0,052	0,103	0,173	0,215

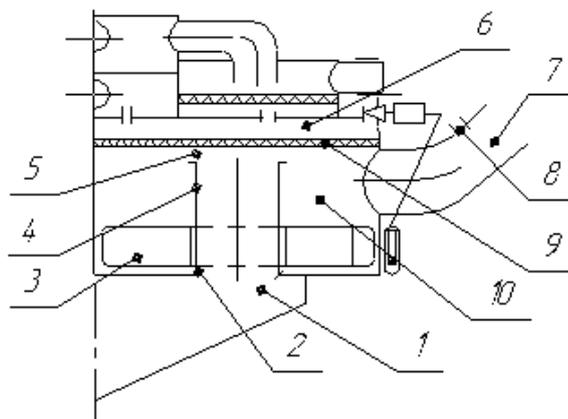
Как свидетельствуют приведенные теоретические исследования расход молока из молоколовушки через калиброванный канал, образуемый выемкой в по-

движном патрубке и конической поверхностью посадочного гнезда в значительной степени зависит от площади поперечного сечения канала, коэффициента скорости истечения и коэффициента сжатия струи, а также напора истечения, формируемого столбом молока в молоколовушке и перепадом давления в молоколовушке и в молокоприемной камере коллектора [153, 154].

В результате изучения полученных результатов, нами установлено, что при уменьшении угла отклонения образующих посадочного гнезда и взаимодействующей с ним части подвижного патрубка от оси симметрии в пределах от 50° до 25° ($0,436...0,784 \text{ рад}$), и увеличении диаметра выемки в подвижном патрубке в пределах от 0,2 до 2,0 мм, расход молока через калиброванный канал с оговоренными конструктивными параметрами увеличивается от 0,002 до 0,218 л/мин.

2.2.3. Обоснование параметров калиброванного отверстия для подсоса воздуха в патрубках, сообщающий молоколовушку с подсосковой камерой доильного стакана

Как следует из описания работы коллектора разработанного нами доильного аппарата, изложенного выше в разделе 2.1, для обеспечения транспортировки молока, а также установления заданного режима в молоколовушке 10 (Рисунок 2.24), патрубков 7, сообщающий молоколовушку 10 с подсосковой камерой доильного стакана, содержит калиброванное отверстие 8.



1 – молокоприемная камера; 2 – калиброванный канал; 3 – поплавок; 4 – подвижной патрубок; 5 – калиброванная щель; 6 – камера управления; 7 – патрубок; 8 – калиброванное отверстие; 9 – мембрана; 10 – молоколовушка.

Рисунок 2.24 – К определению параметров калиброванного отверстия для подсоса воздуха из атмосферы

При отсутствии молока в молоколовушке и нижнем положении поплавка 3, уменьшение калиброванной щели 5 приводит к затруднению откачки воздуха, поступающего из атмосферы через калиброванное отверстие 8 и в молоколовушке 10 устанавливается вакуум P_{st} , соответствующий стимулирующему режиму доения. Но при этом следует заметить, что одновременно откачка воздуха из камеры 10 осуществляется и через калиброванный канал 2, образуемый подвижным патрубком 4 в посадочном гнезде. Из этого вытекает очень важное требование. Так как в предыдущем разделе нами обоснованы параметры калиброванного канала 2, при которых обеспечивается заданный расход молока, и они не могут быть изменены, то теперь нами должны быть обоснованы минимально допустимые параметры калиброванного отверстия 8, при которых при полностью перекрытой калиброванной щели 5 в молоколовушке 10, в подсосковой камере установится вакуумметрическое давление P_{st} , соответствующее стимулирующему режиму доения. Для этого, используя известные законы Пуазёйля движения воздуха по каналам под воздействием перепада давления, запишем уравнение баланса [160...162]:

$$\frac{\pi d_{prk}^4}{128\mu_v l} (P_{st} - P_n) = \frac{\pi d_{otv}^4}{128\mu_v l_s} (P_a - P_{st}), \quad (2.75)$$

где d_{prk} – приведенный диаметр калиброванного канала, м;

μ_v – динамическая вязкость воздуха, $18.1 \cdot 10^{-6}$ Па·с.

d_{otv} – диаметр калиброванного отверстия, м;

l_s – толщина стенки патрубка, м.

Задаваясь толщиной стенки патрубка 7, из уравнения (2.75) мы можем определить минимально допустимый диаметр d_{otv} отверстия, при котором удовлетворяется оговоренное выше условие:

$$d_{otv} \geq d_{prk} \sqrt[4]{\frac{l_s(P_{st}-P_n)}{l(P_a-P_{st})}}. \quad (2.76)$$

Приведенный диаметр калиброванного канала определим из уравнения:

$$d_{prk} = 2 \sqrt{\frac{S_k}{\pi}}. \quad (2.77)$$

Тогда:

$$d_{otv} \geq 2 \sqrt{\frac{S_k}{\pi}} \sqrt[4]{\frac{l_s(P_{st}-P_n)}{l(P_a-P_{st})}}. \quad (2.78)$$

Или используя уравнение (2.40), характеризующего площадь поперечного сечения сливного канала:

$$d_{prk} = 2 \left(\left(\frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} \right) \times \right. \\ \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} - \\ \left. - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} \right) / \pi)^{0,5} \quad (2.79)$$

и далее, подставив уравнение (2.79), а также уравнение (2.67), характеризующее длину канала истечения молока из молоколовушки, в уравнение (2.76), получим искомый минимально допустимый диаметр отверстия в патрубке 7, при котором обеспечивается заданный вакуумный режим доения в период отсутствия молока молоколовушке:

$$d_{otv} = \left(2 \left(\left(\frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} \right) \times \right. \right. \\ \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} - \\ \left. - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} \right) / \pi)^{0,5} \\ \left. \sqrt[4]{\frac{2l_s(P_{st}-P_n) \sin \beta}{(P_a-P_{st}) \left(\sqrt{d^2 - d_k^2} - d_k \cos \beta - d_v \right)}} \right). \quad (2.80)$$

Анализ данного уравнения (Рисунок 2.2) свидетельствует о том, что для обеспечения установления в период отсутствия молока вакуумметрического давления в молоколовушке датчика потока молока и далее в подсосковой камере доильного стакана, соответствующего стимулирующему режиму доения – 33,0 кПа, при увеличении диаметра выемки подвижного патрубка с толщиной стенки 2,0 мм от 0,2 мм до 2,0 мм, с одновременным уменьшением угла отклонения образу-

ющих посадочного гнезда и взаимодействующей с ним части подвижного патрубка от оси симметрии в пределах от 50° до 25° ($0,436\dots 0,784$ рад), при толщине стенки патрубка $1,0$ мм диаметр калиброванного отверстия в патрубке должен увеличиваться от $0,09$ до $1,00$ мм [30].

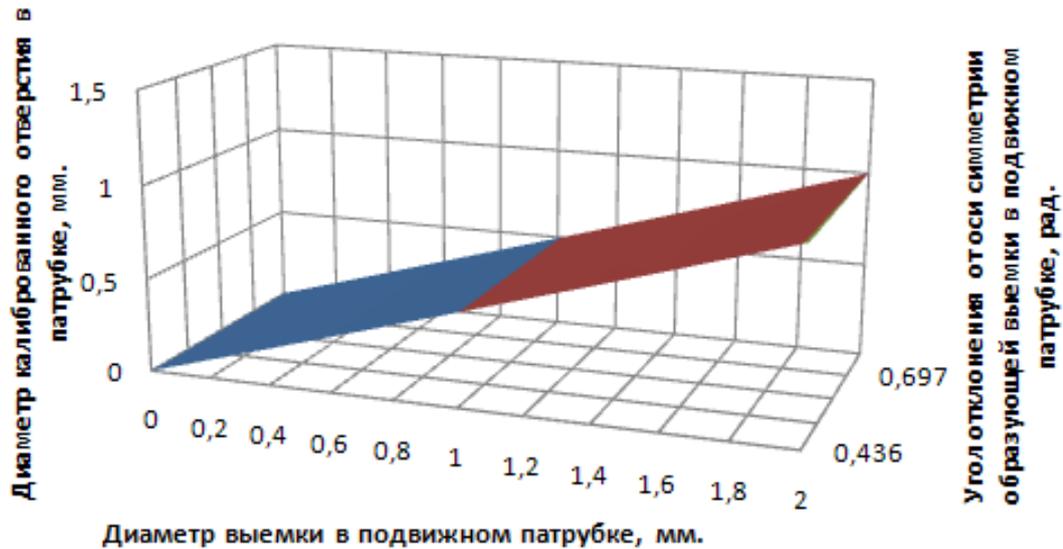


Рисунок 2.25 – Зависимость диаметра калиброванного отверстия в патрубке от диаметра выемки в подвижном патрубке и угла отклонения образующей выемки от оси симметрии

2.2.4. Обоснование размера калиброванной щели между нижним обрезом подвижного патрубка и дном молоколовушки при доении в номинальном режиме

В режиме номинального доения при всплытии поплавков 1 (Рисунок 2.26) за буртик 11 поднимает за собой подвижной патрубок 2, тем самым образуя нижним обрезом подвижного патрубка 2 с посадочным гнездом щель 3 для слива молока через отверстие в дне молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора.

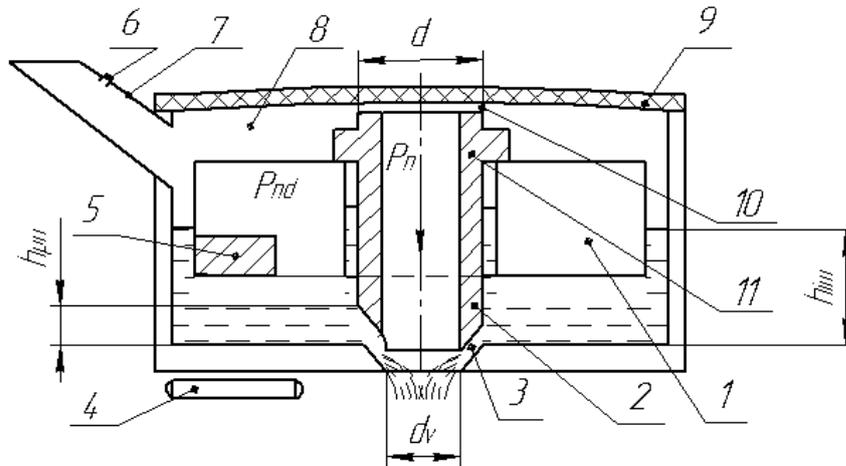
Напор истечения H_n молока из молоколовушки включает напор, создаваемый столбом молока в молоколовушке, и напор, создаваемый перепадом давления между давлением в молоколовушке и молокоприемной камере коллектора [146...152]:

$$H_n = h_{im} + \frac{P_n - P_{nd}}{\gamma}, \quad (2.81)$$

где h_{im} – напор истечения, создаваемый столбом молока в молоколовушке, м.

Столб молока в молоколовушке при доении коровы в номинальном режиме должен обеспечивать перемещение поплавка 1, описываемое уравнением (2.7),

при котором магнит 5 выходит за пределы зоны взаимодействия с герконом 4, а также учитывать погружение поплавка, описываемое уравнением (2.15) [17, 20, 21, 29, 30].



1 – поплавок; 2 – подвижной патрубков; 3 – щель; 4 – геркон; 5 – магнит; 6 – калиброванный канал; 7 – патрубков; 8 – молоколовушка; 9 – мембрана; 10 – калиброванная щель; 11 – буртик.

Рисунок 2.26 – К обоснованию параметров щели между нижним обрезом подвижного патрубка и посадочным гнездом при интенсивности потока молока выше 50 мл/мин.

В таком случае:

$$h_{im} = \Delta y + h_{mpp}, \quad (2.82)$$

Или с учетом уравнений (2.7) и (2.15):

$$h_{im} = y_{mg} - y_f + \frac{4(F_p + F_m + F_{pp})}{\pi\gamma(D_p^2 - d_p^2)}. \quad (2.83)$$

Используя известное уравнение (2.61) и наши промежуточные выкладки, мы можем записать уравнение для расчета расхода молока через меньшее отверстие посадочного гнезда в дне молоколовушки:

$$Q_{md} = \varepsilon\varphi S_{kd1} \sqrt{2g \left(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma} \right)}, \quad (2.84)$$

где Q_{md} – расход молока при доении в номинальном режиме, m^3/c ;

S_{kd1} - площадь меньшего отверстия посадочного гнезда для истечения молока, m^2 .

А так как площадь меньшего отверстия конического посадочного гнезда в дне молоколовушки мы можем записать как:

$$S_{kd1} = \frac{\pi d_v^2}{4}, \quad (2.85)$$

где d_v – диаметр меньшего отверстия посадочного гнезда в дне молоколовушки, м; то уравнение (2.84) приобретает вид:

$$Q_{md} = \varepsilon \varphi \frac{\pi d_v^2}{4} \sqrt{2g \left(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma} \right)}, \quad (2.86)$$

Задаваясь интенсивностью потока молока Q_{md} , выводимого и соска вымени коровы, а также напором его истечения из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора, формируемым столбом молока в молоколовушке и перепадом давлений, мы можем определить диаметр меньшего отверстия посадочного гнезда в дне молоколовушки, а, значит, и внутренний диаметр подвижного патрубка:

$$d_v = \sqrt{\frac{4Q_{md}}{\pi \varepsilon \varphi \sqrt{2g \left(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma} \right)}}}. \quad (2.87)$$

Как следует из уравнения (2.87) и рисунка 2.27, при уменьшении абсолютного давления в молоколовушке и в подсосковых камерах доильных стаканов с 57,0 до 53,0 кПа, и увеличении количества вытекаемого из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора молока с 1000,0 до 2000,0 мл/мин, при сохранении в молокоприемной камере коллектора абсолютного давления 52,0 кПа, внутренний диаметр подвижного патрубка должен увеличиться 3,58 до 7,00 мм.

Через конструктивные параметры сопряжения нижний обрез подвижного патрубка – посадочное гнездо, при внутреннем диаметре подвижного патрубка, равном меньшему диаметру отверстия посадочного гнезда в дне молоколовушки, площадь щели, через которую молоко поступает к отверстию в дне молоколовушки, с учетом площади поперечного сечения выемки в подвижном патрубке, описываемой уравнением (2.22), может быть представлена как:

$$S_{kd2} = \pi d_v h_{pn} + \frac{\pi d_k^2}{8}, \quad (2.88)$$

где S_{kd2} – площадь щели, образуемой нижним обрезом подвижного патрубка и посадочным гнездом, м²;

h_{pn} – высота щели, образуемой нижним обрезом подвижного патрубка и посадочным гнездом, м.

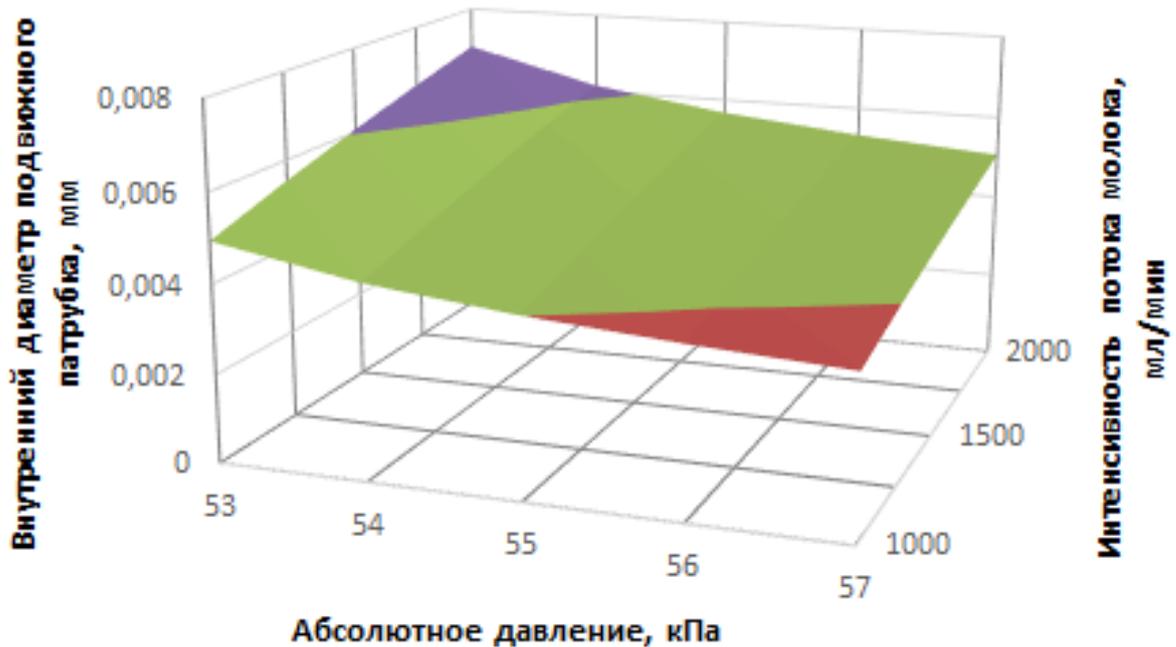


Рисунок 2.27 – Зависимость внутреннего диаметра патрубка от интенсивности потока молока и абсолютного давления доения.

Но так как дальше молоко сливается в молокоприемную камеру коллектора через меньшее отверстие посадочного гнезда, диаметр которого равен внутреннему диаметру подвижного патрубка, то должно выполняться условие:

$$S_{kd2} \leq S_{kd1}. \quad (2.89)$$

Приравняв правые части уравнений (2.85) и (2.88):

$$\frac{\pi d_v^2}{4} = \pi d_v h_{pn} + \frac{\pi d_k^2}{8}, \quad (2.90)$$

мы можем получить искомое математическое выражение, описывающее зависимость размера щели для истечения молока от внутреннего диаметра подвижного патрубка диаметра выемки в подвижном патрубке:

$$h_{pn} = \frac{d_v}{4} - \frac{d_k^2}{8d_v} = \frac{2d_v^2 - d_k^2}{8d_v}, \quad (2.91)$$

На графике эта зависимость выглядит следующим образом (Рисунок 2.28).

Как следует из уравнения (2.91) и рисунка 2.28, с увеличением требуемого внутреннего диаметра подвижного патрубка, для обеспечения заданной интенсивности потока молока, сливаемого в молокоприемную камеру коллектора, расчет и высота щели между нижним обрезом подвижного патрубка и дном молоколовушки.

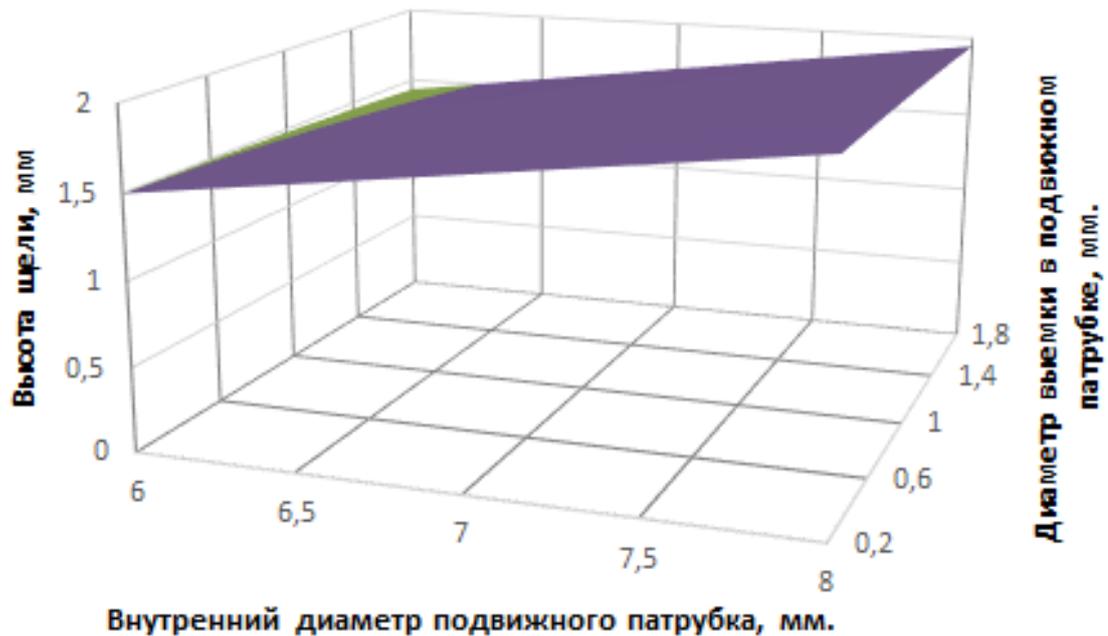


Рисунок 2.28 – Зависимость размера щели от внутреннего диаметра подвижном патрубке и диаметра выемки в подвижном патрубке.

Но, вместе с тем, с увеличением диаметра выемки в подвижном патрубке – высота щели уменьшается. Минимальный размер щели, - 1,43 мм, - будет при внутреннем диаметре патрубке 6,0 мм и диаметре выемки в подвижном патрубке – 2,0 мм, а максимальный, равный 2,0 мм – при 8,0 и 0,2 мм соответственно.

А преобразовав уравнение (2.91) с учетом уравнения (2.87), мы можем получить аналитическое выражение, характеризующее зависимость размера щели, образуемой нижним обрезом подвижного патрубке и посадочным гнездом в дне молоколовушки, от напора истечения и интенсивности потока выводимого из вымени молока:

$$h_{pn} = \left(\frac{Q_{md}}{\pi \varepsilon \varphi \sqrt{2g \left(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma} \right)}} - \frac{d_k^2}{8} \right) \frac{1}{\sqrt{\frac{4Q_{md}}{\pi \varepsilon \varphi \sqrt{2g \left(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma} \right)}}}}}, \quad (2.92)$$

При этом для расчета принимают значение расхода молока Q_{md} с учетом ожидаемой продуктивности коров:

$$Q_{md} = \frac{G_{max} k_1 k_2 k_3}{1000 T_d f t_d}. \quad (2.93)$$

где G_{max} – максимальный удой коровы за лактацию, л;

T_d – продолжительность лактации, *сут.*;

f – кратность дойки коров, *раз/сут.*;

t_d – продолжительность дойки, *с*;

k_1 – коэффициент годовой неравномерности продуктивности коров;

k_2 – коэффициент суточной неравномерности продуктивности коров;

k_3 – коэффициент неравномерности интенсивности потока молока в процессе дойки.

Как следует из уравнения (2.92) и рисунка 2.29, при принятом нами условно напоре истечения, создаваемым молоком в молоколовушке на уровне высоты буртика подвижного патрубка – 47,1 мм, с уменьшением абсолютного давления с 57,0 до 53,0 кПа, и увеличением потока молока с 1000,0 до 2000,0 мл/мин., требуемая высота щели увеличивается с 0,86 мм до 1,73 мм.

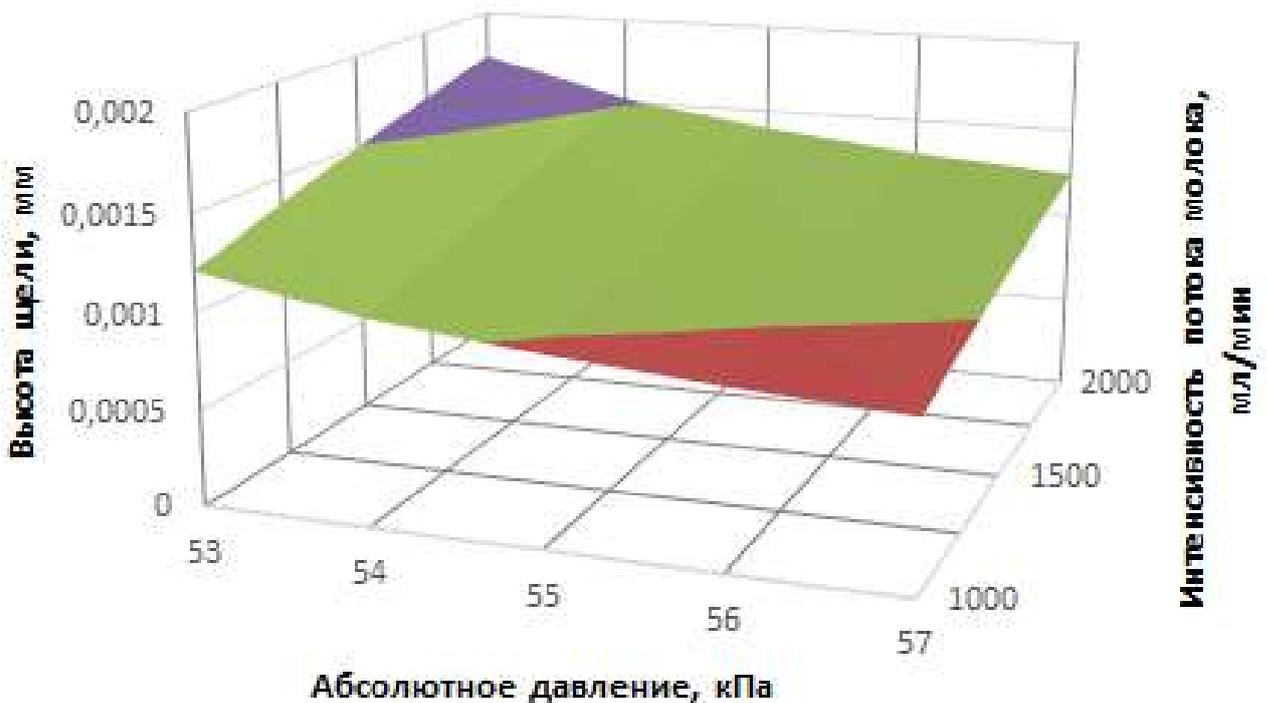


Рисунок 2.29 – Зависимость размера щели между нижним обрезом подвижного патрубка и посадочным гнездом от интенсивности потока молока и абсолютного давления доения.

2.2.5. Обоснование размера калиброванной щели между мембраной и верхним обрезом подвижного патрубка

Когда поплавок 1 (Рисунок 2.30) находится в зоне взаимодействия магнита 5 с герконом 4, молоко в молокоприемную камеру коллектора стекает через калиб-

рованный канал 3. А вот откачка воздуха из подсосковой камеры доильного станка теперь уже осуществляется через калиброванную щель 10, образуемую верхним обрезом подвижного патрубка 2 и мембраной 9 при одновременном поступлении атмосферного воздуха в патрубок 7 через калиброванное отверстие 6.

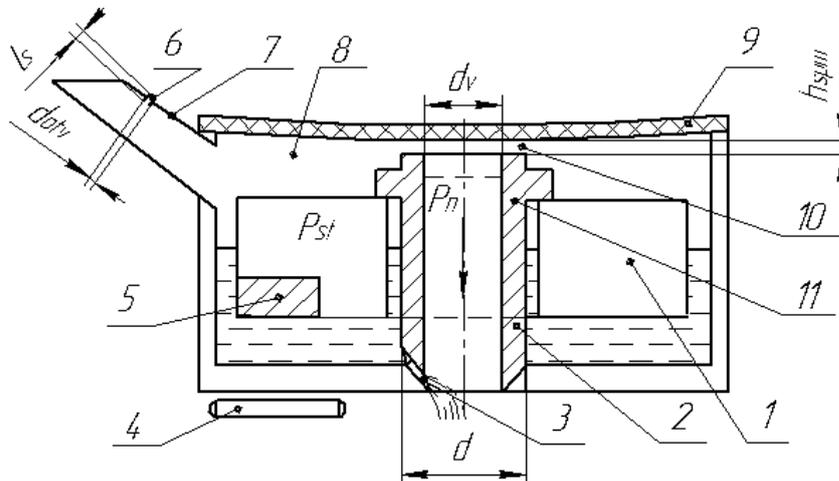
С учетом закона Пуазёйля, описывающего движение воздуха по каналам под воздействием перепада давления, уравнение баланса будет иметь вид [160...163]:

$$\frac{\pi d_{otv}^4}{128\mu_v l_s} (P_a - P_{st}) = \frac{\pi d_{smk}^4}{128\mu_v l_b} (P_{st} - P_n), \quad (2.94)$$

где d_{smk} – приведенный диаметр калиброванной щели, м;

l_b – толщина стенки подвижного патрубка, м,

$$l_b = \frac{d - d_v}{2}, \quad (2.95)$$



1 – поплавок; 2 – подвижной патрубок; 3 – калиброванный канал; 4 – геркон; 5 – магнит; 6 – калиброванное отверстие; 7 – патрубок; 8 – молоколовушка; 9 – мембрана; 10 – калиброванная щель; 11 – буртик.

Рисунок 2.30 – К обоснованию параметров щели между верхним обрезом подвижного патрубка и мембраной.

Преобразовав данное уравнение, определим приведенный диаметр калиброванной щели:

$$d_{smk} = \sqrt[4]{\frac{d_{otv}^4 l_b}{l_s} \left(\frac{P_a - P_{st}}{P_{st} - P_n} \right)}, \quad (2.96)$$

Отсюда площадь S_{su} условного отверстия для откачки воздуха будет иметь вид:

$$S_{su} = \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{d_{otv}^4 l_b}{l_s} \left(\frac{P_a - P_{st}}{P_{st} - P_n} \right)}, \quad (2.97)$$

А через конструктивные параметры сопряжения подвижной патрубков - мембрана площадь калиброванной щели может быть представлена как:

$$S_{su} = \pi d_v h_{spm}, \quad (2.98)$$

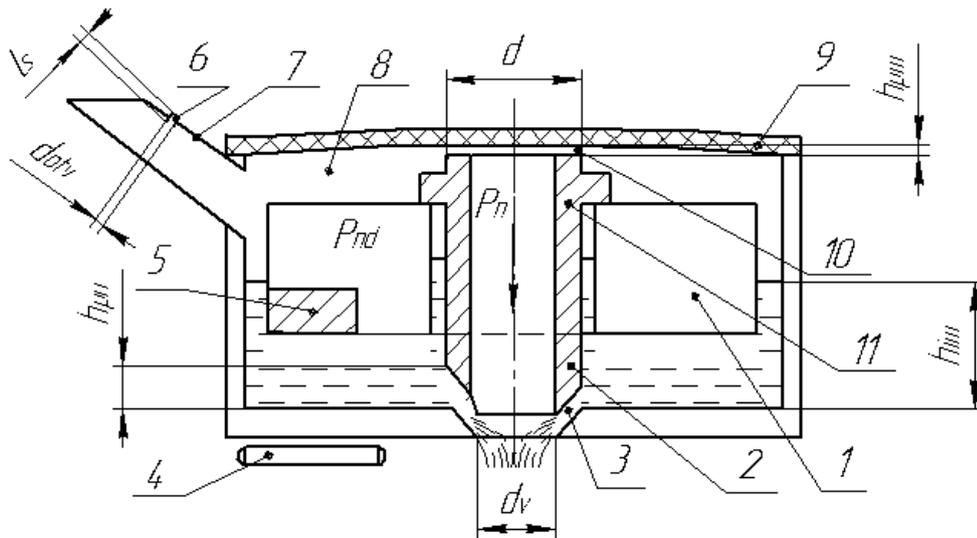
где d_v – внутренний диаметр подвижного патрубка, м;

h_{spm} – высота калиброванной щели, образуемой верхним обрезом подвижного патрубка и мембраной, м.

И теперь определим высоту щели, необходимой для образования заданного вакуума P_{st} в доильных стаканах:

$$h_{spm} = \frac{1}{4d_v} \sqrt{\frac{d_{otv}^4 l_b}{l_s} \left(\frac{P_a - P_{st}}{P_{st} - P_n} \right)}, \quad (2.99)$$

При накоплении в молоколовушке молока и всплытии поплавок 1 магнит 5 уходит из зоны взаимодействия с герконом (Рисунок 2.31), включая номинальный режим доения.



1 – поплавок; 2 – подвижной патрубок; 3 – щель; 4 – геркон; 5 – магнит; 6 – калиброванное отверстие; 7 – патрубок; 8 – молоколовушка; 9 – мембрана; 10 – калиброванная щель; 11 – буртик.

Рисунок 2.31 – К обоснованию параметров щели между верхним обрезом подвижного патрубка мембраной при интенсивности потока молока выше 50 мл/мин.

В таком случае уравнение (2.94) баланса воздушных потоков приобретает вид:

$$\frac{\pi d_{otv}^4}{128\mu_v l_s} (P_a - P_{nd}) = \frac{\pi d_{mk}^4}{128\mu_v l_b} (P_{nd} - P_n). \quad (2.100)$$

где d_{smk} – приведенный диаметр калиброванной щели, м;

По аналогии с вышеизложенным, мы можем определить требуемый размер калиброванной щели 10:

$$h_{pm} = \frac{1}{4d_v} \sqrt{\frac{d_{otv}^4 l_b}{l_s} \left(\frac{P_a - P_{nd}}{P_{nd} - P_n} \right)}, \quad (2.101)$$

где h_{spm} – высота калиброванной щели, образуемой верхним обрезом подвижного патрубка и мембраной, м.

Анализ уравнения (2.101) (Рисунок 2.32) показывает, что при диаметре отверстия 6 в патрубке 7 для подсоса атмосферного воздуха, равном 0,49 мм, рисунок 2.31, толщине стенки патрубка 7 – 1,0 мм, толщине стенки подвижного патрубка 2, равном 2,0 мм, как с увеличением внутреннего диаметра подвижного патрубка с 6,0 до 8,0 мм, так и с увеличением абсолютного давления доения с 53,0 до 57,0 кПа, размер калиброванной щели уменьшается с 0,096 до 0,029 мм.

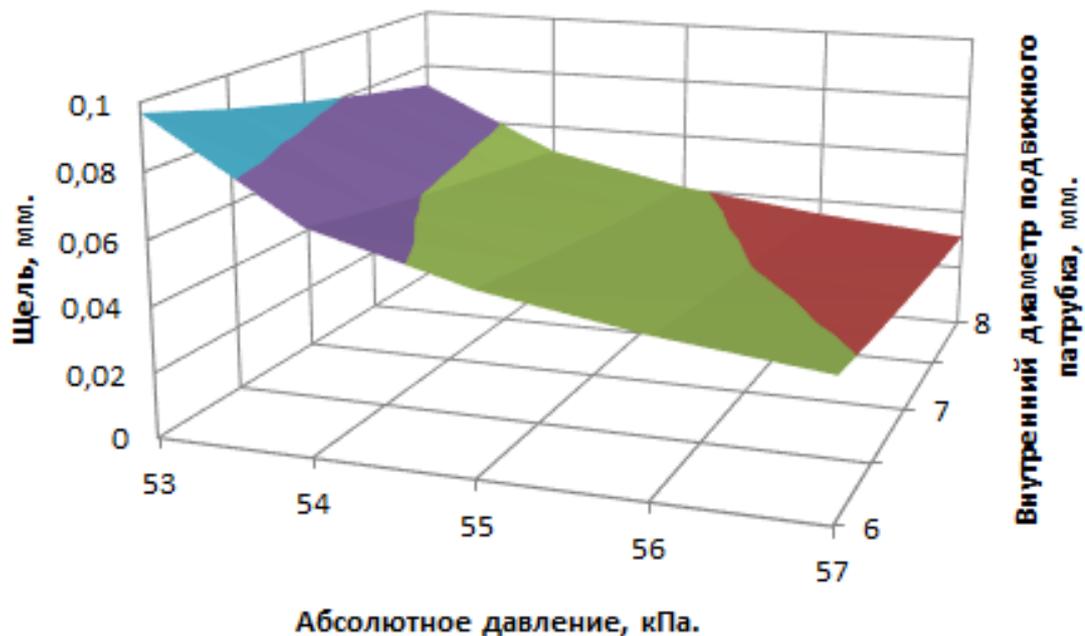


Рисунок 2.32 – Зависимость размера калиброванной щели между верхним обрезом подвижного патрубка и мембраной от внутреннего диаметра патрубка и абсолютного давления доения.

А с учетом уравнения (2.87) уравнение (2.101) приобретает вид:

$$h_{pm} = \sqrt{\frac{d_{otv}^4 l_b \pi \varepsilon \varphi}{64 l_s Q_{md}} \left(\frac{P_a - P_{nd}}{P_{nd} - P_n} \right) \sqrt{2g \left(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma} \right)}}, \quad (2.102)$$

Из уравнения (2.102) (Рисунок 2.33) следует, что при тех же конструктивных параметрах как с увеличением интенсивности потока молока от 1000,0 до 2000,0 мл/мин., так и с увеличением абсолютного давления доения с 53,0 до 57,0 кПа, размер калиброванной щели уменьшается с 0,116 до 0,046 мм.

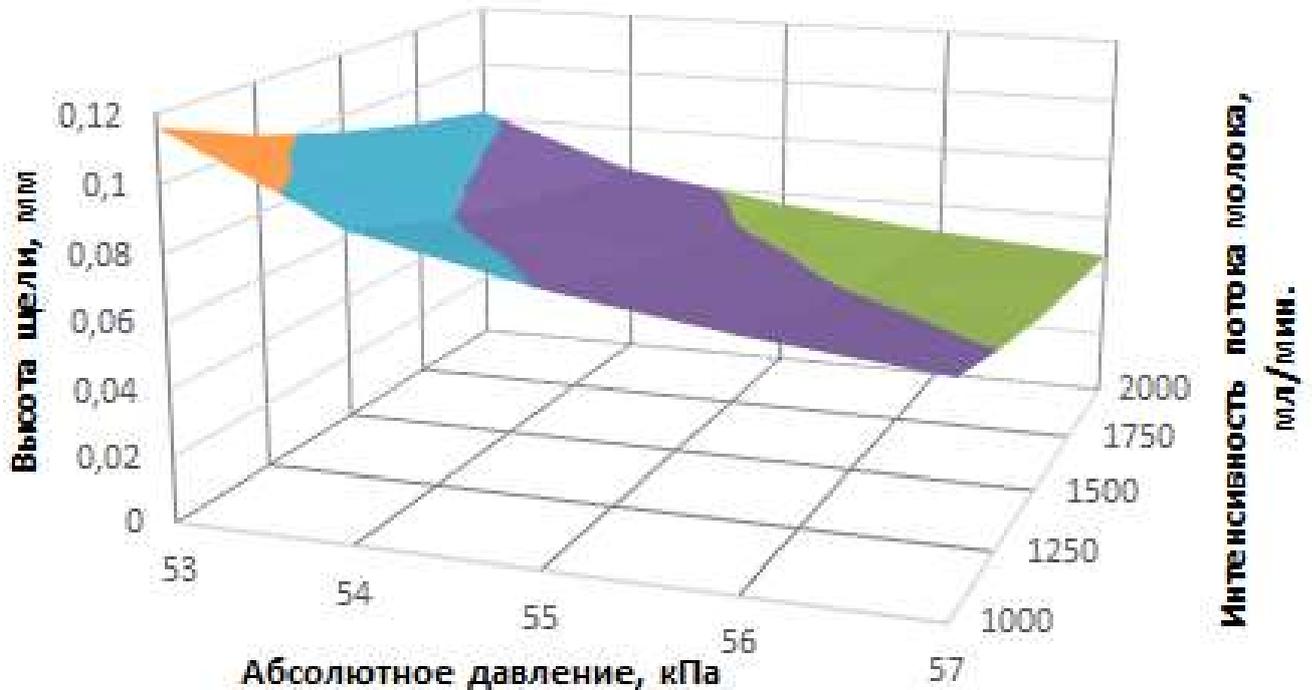


Рисунок 2.33 – Зависимость размера калиброванной щели между верхним обрезом подвижного патрубка и мембраной от интенсивности потока молока и абсолютного давления доения.

2.2.6. Обоснование хода мембраны

Сумма высот калиброванной щели между верхним обрезом подвижного патрубка и мембраной и щели между нижним обрезом патрубка и дном молоколовушки, при которой обеспечивается задаваемая интенсивность потока истекаемого молока из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора определяет требуемый ход мембраны:

$$L_{mr} = h_{pm} + h_{pn}, \quad (2.103)$$

где L_{mr} – ход мембраны, м.

Или с учетом уравнений (2.91) и (2.101) уравнение (2.103) принимает вид:

$$L_{mr} = \frac{1}{4d_v} \sqrt{\frac{d_{otv}^4 l_b}{l_s} \left(\frac{P_a - P_{nd}}{P_{nd} - P_n} \right)} + \frac{2d_v^2 - d_k^2}{8d_v}, \quad (2.104)$$

Его графическая интерпретация для условия, что внутренний диаметр подвижного патрубка варьирует в пределах 6,0...8,0 мм, абсолютное давление доения - в пределах 53,0...57,0 кПа, диаметр калиброванного канала b в патрубке 7 равен 0,49 мм при длине 1,0 мм, толщина стенки подвижного патрубка равна 2,0 мм, а диаметр выемки в нем - 1,0, мм представлена на рисунке 2.34.

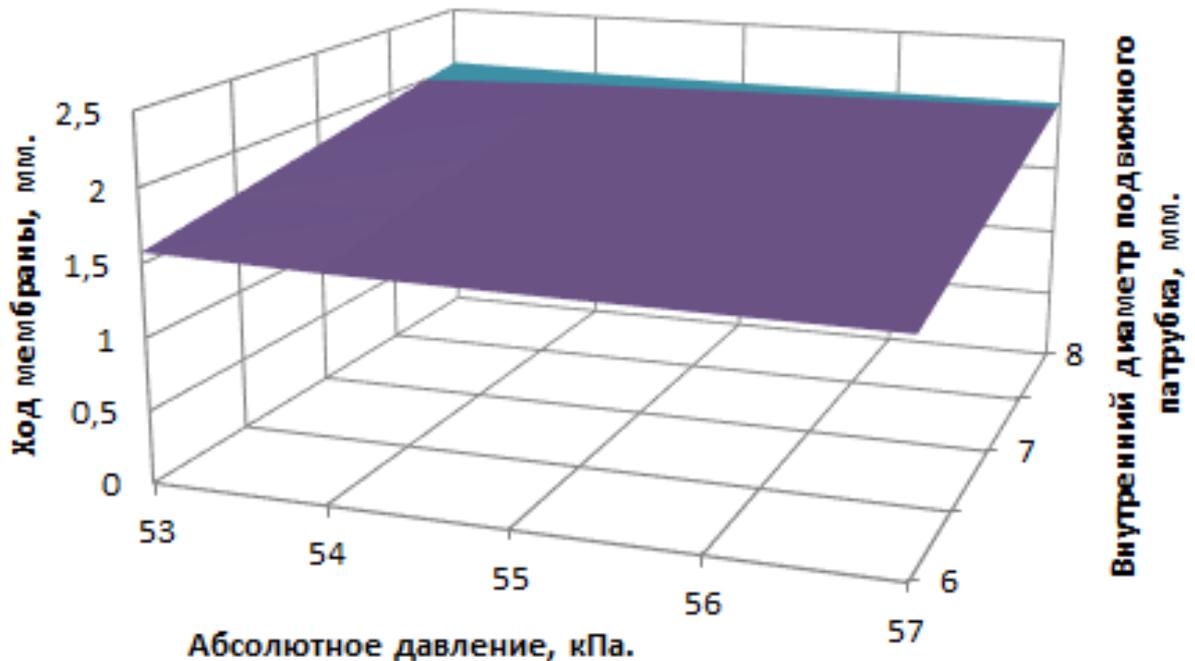


Рисунок 2.34 – Ход мембраны в зависимости от внутреннего диаметра подвижного патрубка и абсолютного давления доения.

Из уравнения (2.104) и рисунка 2.34 следует, что с увеличением внутреннего диаметра подвижного патрубка и уменьшением абсолютного давления в указанных выше интервалах варьирования, требуемый ход мембраны увеличивается с 1,51 до 2,05 мм.

Преобразовав уравнение (2.104) с учетом уравнения (2.87), получим уравнение, характеризующее ход мембраны в зависимости от интенсивности потока молока и абсолютного вакуумметрического давления:

$$L_{mr} = \sqrt{\frac{d_{отв}^4 l_b \pi \varepsilon \varphi (P_a - P_{nd})}{64 l_s Q_{md} (P_{nd} - P_n)} \sqrt{2g \left(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma} \right)}} + \left(\frac{Q_{md}}{\pi \varepsilon \varphi \sqrt{2g \left(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma} \right)}} - \frac{d_k^2}{8} \right) \frac{1}{\sqrt{\frac{4Q_{md}}{\pi \varepsilon \varphi \sqrt{2g \left(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma} \right)}}}} \quad (2.105)$$

На рисунке 2.35 приведено уравнение (2.105) в графическом виде.

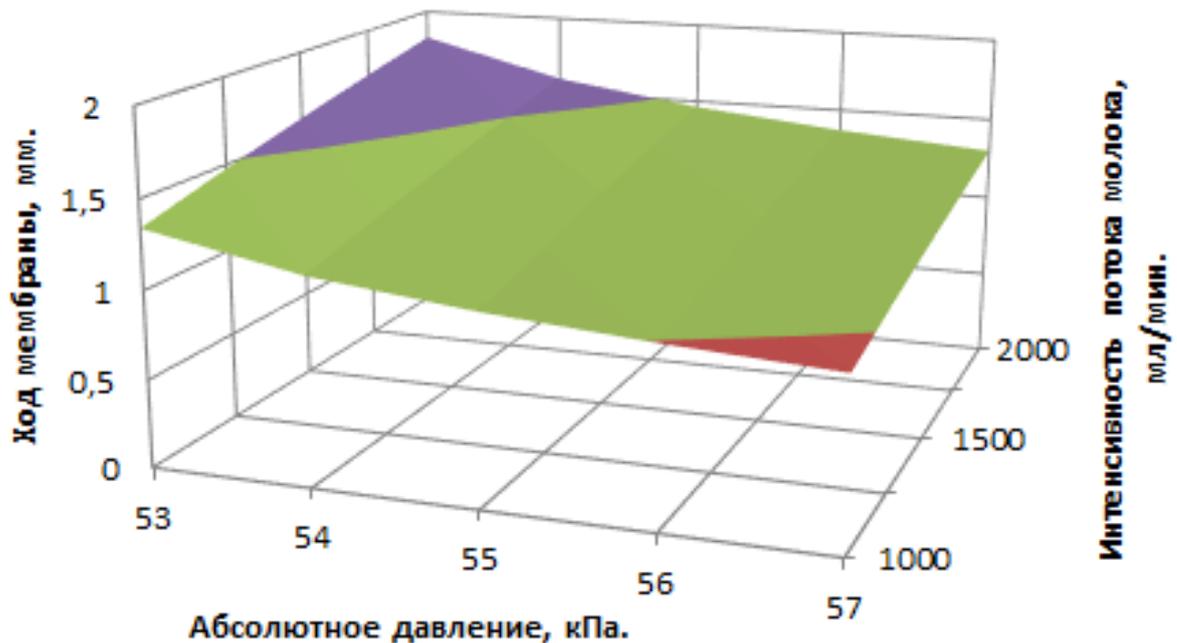


Рисунок 2.35 – Ход мембраны в зависимости от интенсивности потока молока и абсолютного давления доения.

Из уравнения (2.105) и рисунка 2.35 следует, что с увеличением интенсивности потока молока от 1000,0 до 2000,0 мл/мин. и снижении абсолютного давления в молоколовушке с 57,0 до 53,0 кПа, требуемый ход мембраны возрастает с 0,94 до 1,82 мм.

2.2.7. Обоснование глубины молоколовушки датчика потока молока

С учетом оптимального расстояния от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при крайнем нижнем его положении, описываемого уравнением (2.20), уравнения (2.105), характеризующего требуемый ход мембраны, задава-

ясь толщиной буртика подвижного патрубка и высотой патрубка выше буртика, мы можем определить глубину молоколовушки [141...145, 153, 154]:

$$H_{mol} = h_{opt} + h_{bur} + L_{mrf}, \quad (2.106)$$

где H_{mol} – глубина молоколовушки датчика потока молока, м;

h_{bur} – толщина буртика и высота подвижного патрубка выше буртика, м;

L_{mrf} – ход мембраны в крайнее нижнее и крайнее верхнее положение относительно нейтрального положения мембраны в ненагруженном состоянии, м.

Ход мембраны в крайнее нижнее и крайнее верхнее положение относительно нейтрального положения мембраны в ненагруженном состоянии составляет половину ее полного хода, описываемого уравнением (2.105):

$$L_{mrf} = \frac{L_{mr}}{2}, \quad (2.107)$$

С учетом уравнения (2.20), характеризующего расстояние от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при крайнем нижнем его положении в зависимости от параметров магнита и геркона, а также положения геркона относительно магнита при крайнем нижнем положении поплавка, и уравнения (2.104), характеризующего ход мембраны с учетом внутреннего диаметра подвижного патрубка, параметров калиброванного отверстия для поступления атмосферного воздуха, мы можем записать уравнение для определения требуемой глубины молоколовушки датчика потока молока, при которой обеспечивается переключение режимов доения и истечение молока из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора с заданной интенсивностью без нарушения вакуумного режима доения:

$$H_{mol} = k_{opt} \left(\frac{4k_p(F_p + F_m + F_{pp})}{\pi\gamma(D_p^2 - d_p^2)} + k_r a_{rmin} - y_f \right) + h_{bur} + \\ + \frac{1}{8d_v} \sqrt{\frac{d_{otv}^4 l_b}{l_s} \left(\frac{P_a - P_{nd}}{P_{nd} - P_n} \right)} + \frac{2d_v^2 - d_k^2}{16d_v}, \quad (2.108)$$

А с учетом уравнения (2.87), характеризующего зависимость внутреннего диаметра подвижного патрубка от заданной интенсивности потока молока и напора истечения, уравнение (2.108) приобретает вид:

$$H_{mol} = k_{opt} \left(\frac{4k_p(F_p + F_m + F_{pp})}{\pi\gamma(D_p^2 - d_p^2)} + k_r a_{rmin} - y_f \right) + h_{bur} +$$

$$+ \frac{1}{2} \left(\sqrt{\frac{d_{отв}^4 l_b \pi \varepsilon \varphi}{64 l_s Q_{md}} \left(\frac{P_a - P_{nd}}{P_{nd} - P_n} \right) \sqrt{2g \left(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma} \right)}} + \left(\frac{Q_{md}}{\pi \varepsilon \varphi \sqrt{2g \left(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma} \right)}} - \frac{d_k^2}{8} \right) \frac{1}{\sqrt{\frac{4Q_{md}}{\pi \varepsilon \varphi \sqrt{2g \left(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma} \right)}}}} \right) \quad (2.109)$$

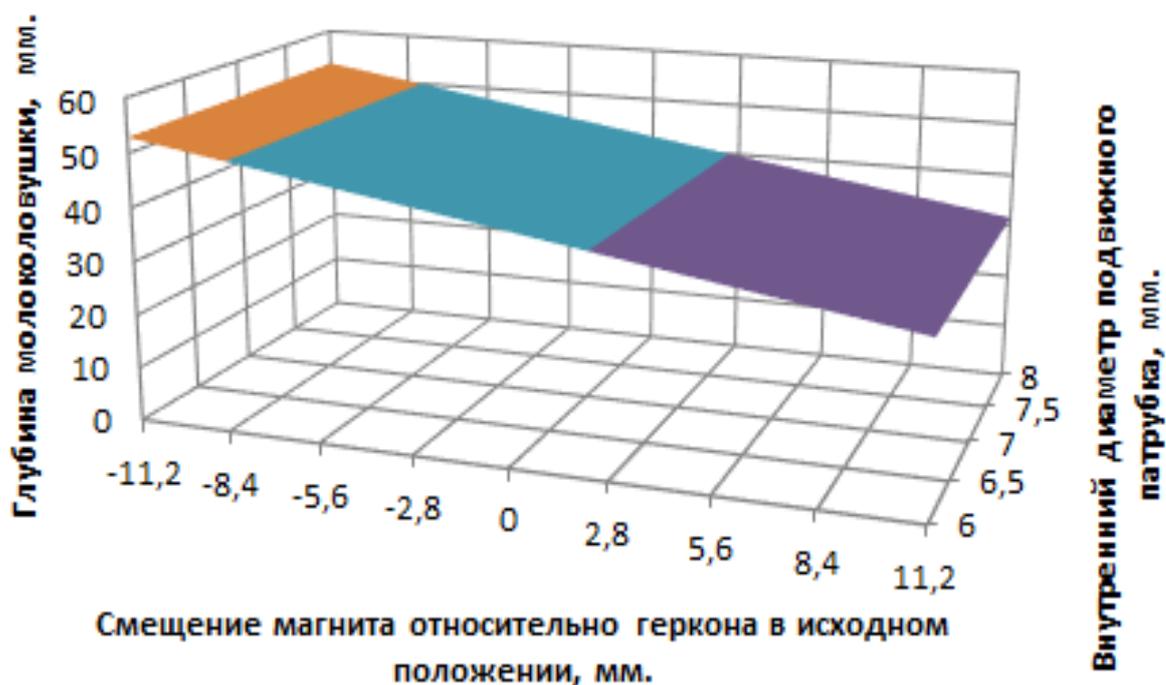


Рисунок 2.36 – К обоснованию глубины молоколовушки датчика потока молока в зависимости от внутреннего диаметра подвижного патрубка и положения магнита относительно геркона.

Как свидетельствуют результаты расчетов по уравнению (2.108) (Рисунок 2.36), глубина молоколовушки в значительной степени зависит как от положения геркона на корпусе коллектора доильного аппарата, так и от внутреннего диаметра подвижного патрубка, определяемого в зависимости от интенсивности потока молока, при перепаде давления между молокоприемной камерой коллектора и молоколовушкой 1,0 кПа. Так, при смещении магнита относительно геркона с крайнего нижнего в крайнее верхнее положение на расстояние от -11,2 мм до +11,2 мм при прогнозируемом абсолютном давлении 53 кПа, и уменьшении внут-

ренного диаметра подвижного патрубка с 8,0 до 6,0 мм, требуемая глубина молоколовушки уменьшается с 53,13 до 31,39 мм [141...145, 153, 154].

А проанализировав уравнение (2.109), графическая интерпретация которого приведена на рисунке 2.37, мы можем установить характер зависимости глубины молоколовушки от смещения магнита относительно геркона и интенсивности потока молока, выводимого из вымени животного в номинальном режиме.

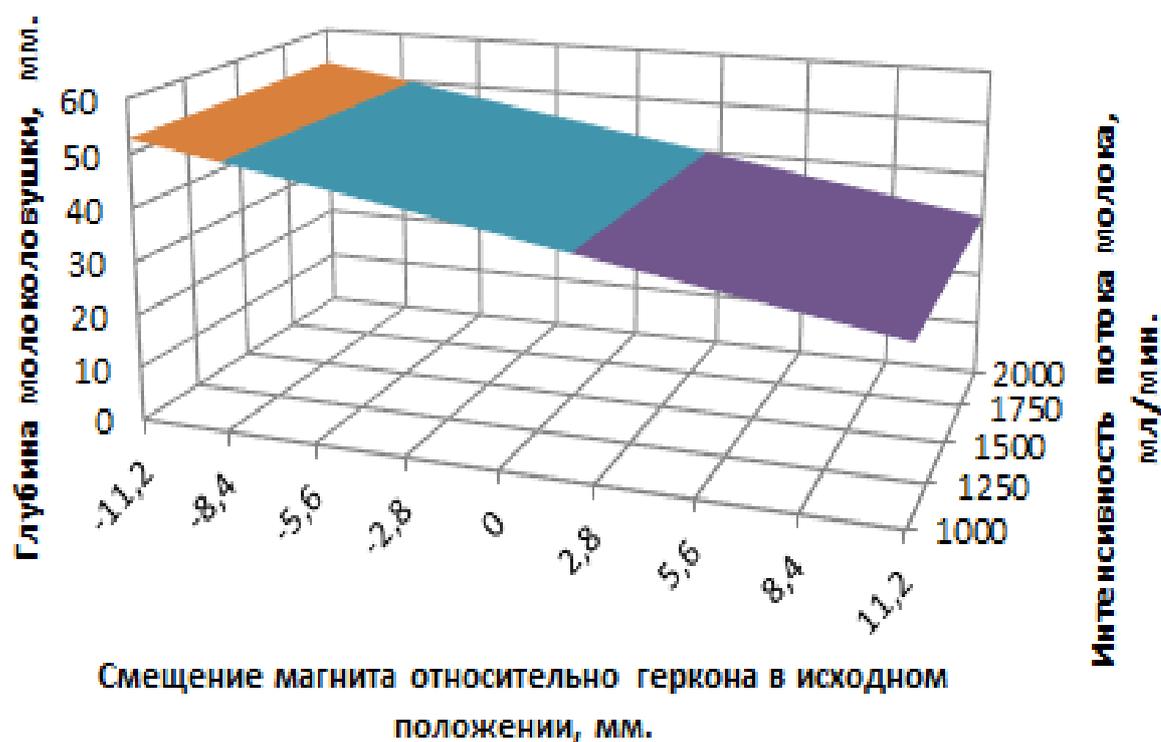


Рисунок 2.37 – К обоснованию глубины молоколовушки датчика потока молока в зависимости от положения магнита относительно геркона и интенсивности потока молока.

Так, при смещении магнита относительно геркона с крайнего нижнего в крайнее верхнее положение на расстояние от -11,2 мм до +11,2 мм при прогнозируемом абсолютном давлении 53 кПа, и уменьшении интенсивности потока молока с 2000,0 до 1000,0 мл/мин., требуемая глубина молоколовушки уменьшается с 53,02 до 31,27 мм.

2.2.8. Обоснование диаметра мембраны, регулирующей вакуумметрическое давление в молоколовушке

Вследствие того, что эластичные мембраны характеризуются малой жесткостью на изгиб, их принято считать абсолютно гибкими. Их характеристика описывается уравнением вида [164...166]:

$$\omega_0 = \sqrt[3]{\frac{D_m^4 \Delta p}{4E\delta}} (1 - \mu), \quad (2.110)$$

где D_m – диаметр мембраны, м;

E – модуль упругости, Н/м²;

δ – толщина, м;

μ – коэффициент Пуассона;

Δp – давление, Па;

ω_0 – ход мембраны, м,

При доении коровы в номинальном режиме перепад давлений, действующий на мембрану, равен:

$$\Delta p = P_{nd} - P_n, \quad (2.111)$$

Очевидно, что требуемый ход мембраны L_{mr} , при котором образуется калиброванная щель между верхним обрезом подвижного патрубка и мембраной для создания заданного вакуумметрического давления доения коровы в номинальном режиме, и обеспечивается вертикальное перемещение подвижного патрубка всплывающим поплавком для образования щели для истечения молока из молоколовушки, не должен превышать ход мембраны ω_0 , описываемый уравнением (2.110), вытекающим из уравнения характеристики абсолютно гибкой мембраны с жестким центром:

$$L_{mrf} \leq \omega_0. \quad (2.112)$$

Подставив в уравнение (2.11) уравнение (2.108), с учетом равенства (2.105), и уравнение (2.110), мы можем определить минимально допустимый диаметр мембраны, при котором ее прогиб находится в зоне незначительного сопротивления

деформации, а погрешность устанавливаемого вакуумметрического давления дония коровы минимальна:

$$D_m = \sqrt[4]{\frac{E\delta}{2\Delta p(1-\mu)} \left(\frac{\sqrt{\frac{d_{отв}^4 l_b P_n (P_a^2 - P_{nd}^2)}{l_s P_{nd} (P_{nd}^2 - P_n^2)}}}{4 \sqrt{\frac{4Q_{md}}{\varepsilon\varphi\pi \sqrt{2g(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma})}}}} \frac{d_k^2}{2} + \sqrt{\frac{Q_{md}}{4\varepsilon\varphi\pi \sqrt{2g(h_{im} + \frac{P_{nd} - P_n}{\gamma})}}}} - \frac{d_k^2}{32} \right)^3} \quad (2.113)$$

Из анализа и графической интерпретации уравнения (2.109), приведенного на рисунке 2.38, следует, что стрела прогиба мембраны зависит как от ее толщины и свойств материала мембраны, так и от ее диаметра и перепада давлений на ней.

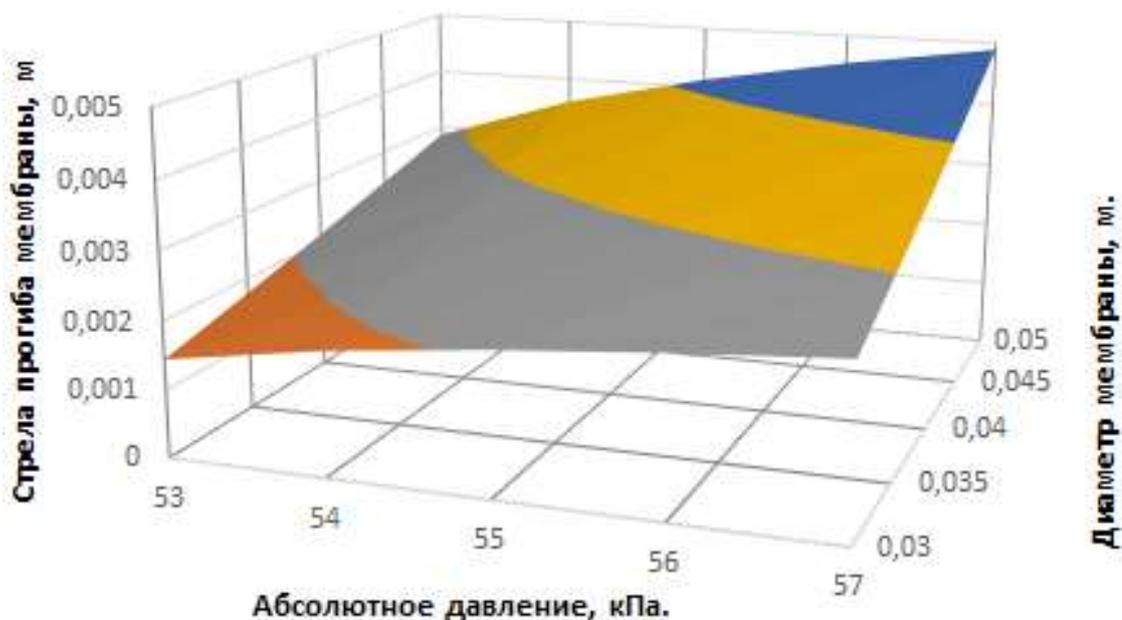


Рисунок 2.38 – К определению стрелы прогиба мембраны.

Так, при увеличении диаметра мембраны с 0,03 до 0,05 м и перепада давления на ней с 1,0 до 5,0 кПа, стрела прогиба мембраны толщиной 2,0 мм, выполненной из резины с модулем упругости, равным 2,0 Мпа, увеличивается с 1,44 до 4,89 мм.

А из анализа и графической интерпретации уравнения (2.108), приведенного на рисунке 2.39, следует, что диаметр мембраны зависит как от ее толщины и свойств материала мембраны, так и от требуемой величины ее деформации.

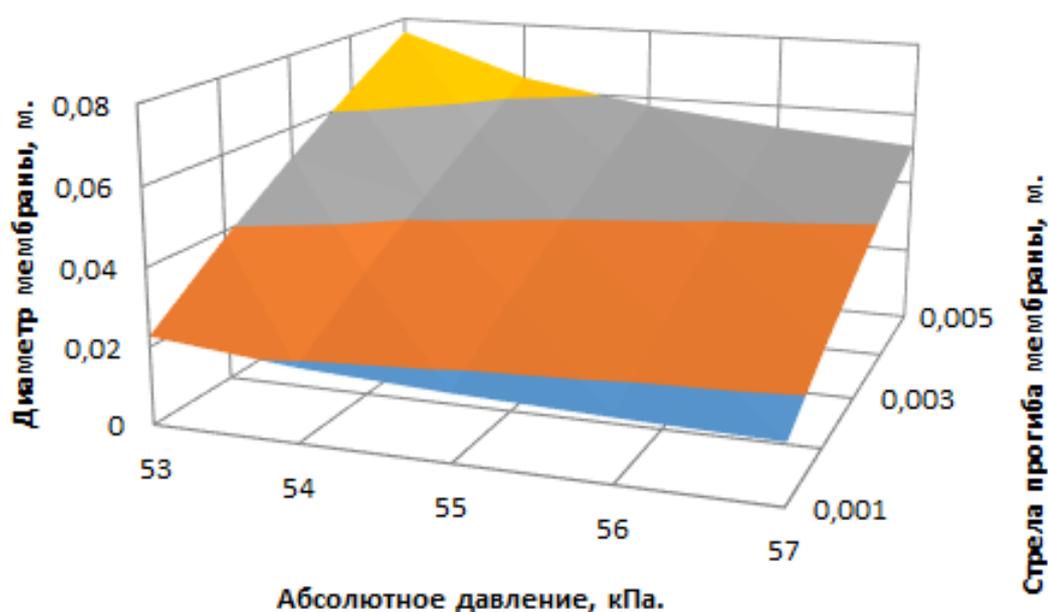


Рисунок 2.39 – К определению диаметра мембраны.

Так, в интервале варьирования стрелы прогиба мембраны 0,001...0,005 м и перепада давления на ней 1,0...5,0 кПа, требуемый диаметр мембраны толщиной 2,0 мм, выполненной из резины с модулем упругости, равным 2,0 Мпа, изменяется в пределах от 0,015 до 0,075 м.

Выводы

1. Наиболее приемлемое техническое решение адаптивного доильного аппарата – доильный аппарат, обладающий возможностью подольного управления вакуумным режимом доения на основе использования поплавковых датчиков потоков молока с магнитами и герконами.

2. Теоретическими исследованиями установлено, что расстояние от дна молоколовушки датчика потока молока до буртика подвижного патрубка зависит от положения точки крепления геркона на корпусе коллектора доильного аппарата, расстояния перемещения магнита для замыкания – размыкания контактов геркона, конструктивных параметров, веса поплавка с магнитом и подвижного патрубка, а также характеристик магнита и геркона. Как следует из полученных данных, при весе поплавка 0,11 Н, весе магнита 0,02 Н и весе подвижного патрубка 0,02 Н, наружном и внутреннем диаметре поплавка соответственно 0,043 и 0,013 м, и использовании неодимового магнита (Неодим-железо-бор (NdFeB)) размером 4×4×4 мм и геркона КЭМ-2 группы Б типа SPST-NO (*Single Pole, Single Throw Normally*

Open, минимально допустимое расстояние от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при крайнем нижнем его положении, равном $11,20$ мм, может быть при удалении геркона в противоположном направлении от направления всплытия поплавок – $25,6$ мм, в то же время при смещении геркона по отношению к магниту на ту же величину, но в направлении всплытия поплавок, - расстояние должно быть не менее $47,1$ мм.

3. При анализе математической модели, характеризующей процесс истечения молока и описываемой уравнением (2.74) установлено, что расход молока из молоколовушки через калиброванный канал, образуемый выемкой в подвижном патрубке и конической поверхностью посадочного гнезда в значительной степени зависит от площади поперечного сечения канала, коэффициента скорости истечения и коэффициента сжатия струи, а также напора истечения, формируемого столбом молока в молоколовушке и перепадом давления в молоколовушке и в молокоприемной камере коллектора. Установлено, что при уменьшении угла отклонения образующих посадочного гнезда и взаимодействующей с ним части подвижного патрубка от оси симметрии в пределах от 50 до 25° ($0,436...0,784$ рад), и увеличении диаметра выемки в подвижном патрубке в пределах от $0,2$ до $2,0$ мм, расход молока через калиброванный канал с оговоренными конструктивными параметрами увеличивается от $0,002$ до $0,218$ л/мин.

4. Анализ уравнения (2.80), характеризующего диаметр калиброванного отверстия для подсоса атмосферного воздуха в патрубок, сообщающий камеру рабочего давления и подсосковую камеру доильного стакана, свидетельствует о его зависимости от площади поперечного сечения калиброванного канала для истечения молока из молоколовушки, и перепада давлений на калиброванном отверстии и канале для истечения молока. Установлено, что для обеспечения установления в период отсутствия молока вакуумметрического давления в молоколовушке и далее в подсосковой камере доильного стакана, соответствующего стимулирующему режиму доения – $33,0$ кПа, при увеличении диаметра выемки подвижного патрубка с толщиной стенки $2,0$ мм от $0,2$ мм до $2,0$ мм, с одновременным уменьшением угла отклонения образующих посадочного гнезда и взаимодействующей с

ним части подвижного патрубка от оси симметрии в пределах от 50 до 25° ($0,436...0,784 \text{ рад}$), при толщине стенки патрубка $1,0 \text{ мм}$ диаметр калиброванного отверстия в патрубке должен увеличиваться от $0,09$ до $1,00 \text{ мм}$.

5. Установлено, что внутренний диаметр подвижного патрубка зависит как от интенсивности потока молока, так и напора его истечения из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора. Как следует из уравнения (2.87), при уменьшении абсолютного давления в молоколовушке и в подсосковых камерах доильных стаканов с $57,0$ до $53,0 \text{ кПа}$, и увеличения интенсивности истечения молока из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора с $1000,0$ до $2000,0 \text{ мл/мин}$, при сохранении в молокоприемной камере коллектора абсолютного давления $52,0 \text{ кПа}$, внутренний диаметр подвижного патрубка должен увеличиться $3,58$ до $7,00 \text{ мм}$.

6. Результат математического моделирования процесса истечения молока через щель, образованную нижним обрезом подвижного патрубка и дном молоколовушки – уравнение (2.91), из которого следует, что с увеличением требуемого внутреннего диаметра подвижного патрубка, для обеспечения заданной интенсивности потока молока, сливаемого в молокоприемную камеру коллектора, растет и высота щели между нижним обрезом подвижного патрубка и дном молоколовушки. Но, вместе с тем, с увеличением диаметра выемки в подвижном патрубке – высота щели уменьшается. Минимальный размер щели, - $1,43 \text{ мм}$, - будет при внутреннем диаметре патрубка $6,0 \text{ мм}$ и диаметре выемки в подвижном патрубке – $2,0 \text{ мм}$, а максимальный, равный $2,0 \text{ мм}$ – при $8,0$ и $0,2 \text{ мм}$ соответственно. А задаваясь зависимостью высоты щели от интенсивности потока молока и напора истечения, описываемой уравнением (2.92), можно отметить, что при принятом нами условно напоре истечения, создаваемым молоком в молоколовушке на уровне высоты буртика подвижного патрубка – $47,1 \text{ мм}$, с уменьшением абсолютного давления в молоколовушке от $57,0$ до $53,0 \text{ кПа}$, и увеличением интенсивности потока молока от $1000,0$ до $2000,0 \text{ мл/мин}$., требуемая высота щели для беспрепятственного истечения молока из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора увеличивается с $0,86 \text{ мм}$ до $1,73 \text{ мм}$.

7. Установлена математическая зависимость высоты щели между верхним обрезом подвижного патрубка и мембраной от параметров калиброванного канала в патрубке для подсоса атмосферного воздуха, подвижного патрубка и перепада давлений. Анализ уравнения (2.101) показывает, что при диаметре отверстия в патрубке для подсоса атмосферного воздуха, равном 0,49 мм, толщине стенки патрубка – 1,0 мм, толщине стенки подвижного патрубка, равном 2,0 мм, как с увеличением внутреннего диаметра подвижного патрубка с 6,0 до 8,0 мм, так и с увеличением абсолютного давления доения с 53,0 до 57,0 кПа, размер калиброванной щели уменьшается с 0,096 до 0,029 мм. В зависимости от интенсивности потока молока и напора его истечения высота щели изменяется по закону, описываемому уравнением (2.102), из которого следует, что при тех же конструктивных параметрах, как с увеличением интенсивности потока молока от 1000,0 до 2000,0 мл/мин., так и с увеличением абсолютного давления доения с 53,0 до 57,0 кПа, размер калиброванной щели уменьшается с 0,116 до 0,046 мм.

8. Сумма высот калиброванной щели между верхним обрезом подвижного патрубка и мембраной, и щели между нижним обрезом патрубка и дном молоколовушки, при которой обеспечивается задаваемая интенсивность потока истекаемого молока из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора определяет требуемый ход мембраны. Для условия, что внутренний диаметр подвижного патрубка варьирует в пределах 6,0...8,0 мм, абсолютное давление доения - в пределах 53,0...57,0 кПа, диаметр калиброванного канала в патрубке равен 0,49 мм при длине 1,0 мм, толщина стенки подвижного патрубка равна 2,0 мм, а диаметр выемки в нем - 1,0 мм, требуемый ход мембраны увеличивается с 1,51 до 2,05 мм. А в зависимости от интенсивности потока молока и абсолютного давления доения, согласно уравнению (2.112), с увеличением интенсивности потока молока от 1000,0 до 2000,0 мл/мин. и уменьшении абсолютного давления в молоколовушке от 57,0 до 53,0 кПа, требуемый ход мембраны увеличивается с 0,94 до 1,82 мм.

9. Математическим моделированием рабочего процесса датчика потока молока, состоящим из молоколовушки с поплавком и магнитом, взаимодействующим с герконом, установлено, что глубина молоколовушки, наряду с параметрами, вли-

яющими на расстояние от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка, зависит от высоты буртика, высоты калиброванной щели, образуемой верхним обрезом и мембраной для поддержания заданного вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана, и щели, образуемой нижним обрезом подвижного патрубка и посадочным гнездом при его перемещении за буртик всплывающим поплавком, предназначенной для истечения молока из молоколовушки с максимальной интенсивностью, соответствующей интенсивности потока выводимого из доли вымени молока. Так, при смещении геркона относительно магнита с крайнего верхнего в крайнее нижнее положение на расстояние 11,2 мм при прогнозируемой интенсивности потока молока 2,0 л/мин, требуемая глубина молоколовушки уменьшается с 53,13 до 31,39 мм.

10. Стрела прогиба мембраны, разделяющей молоколовушку и камеру управления, и образующую калиброванную щель с верхним обрезом подвижного патрубка, зависит как от ее толщины и свойств материала мембраны, так и от ее диаметра и перепада давлений на ней. В то же время, диаметр мембраны можно установить, задаваясь необходимой ее деформацией для обеспечения требуемой щели для поддержания заданного вакуумметрического давления доения, а также истечения молока из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора. Так, при увеличении диаметра мембраны с 0,03 до 0,05 м и перепада давления на ней с 1,0 до 5,0 кПа, стрела прогиба мембраны толщиной 2,0 мм, выполненной из резины с модулем упругости, равным 2,0 Мпа, увеличивается с 1,44 до 4,89 мм. В условиях обратной задачи, в интервале варьирования стрелы прогиба мембраны 0,001...0,005 м и перепада давления на ней 1,0...5,0 кПа, требуемый диаметр мембраны толщиной 2,0 мм, выполненной из резины с модулем упругости, равным 2,0 Мпа, изменяется в пределах от 0,015 до 0,075 м.

3. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДАТЧИКА ПОТОКА МОЛОКА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ПОЧЕТВЕРТНОЙ АДАПТАЦИЕЙ РЕЖИМА ДОЕНИЯ КОРОВ

Экспериментальными исследованиями элементов конструкции датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата предусматривается проверка теоретических уравнений, характеризующих рабочий процесс и установление их оптимальных конструктивных и режимных параметров. Для этого в программу исследований включено следующее:

- Проверка теоретических уравнений, характеризующих взаимосвязи и обоснование параметров датчика потока молока, выполненного в виде молоколовушки с поплавком, содержащим магнит, взаимодействующий с герконом, включенным в электрическую цепь управления вакуумным режимом доения коровы.
- Проверка теоретических положений зависимости расхода жидкости из молоколовушки датчика потока молока в молокоприемную камеру коллектора через калиброванный канал, образуемый нижним обрезом коаксиально установленного подвижного патрубка, содержащим калиброванную выемку, с посадочным гнездом в отверстии, выполненном в дне молоколовушки и обоснование его конструктивных параметров.
- Проверка теоретических положений зависимости расхода жидкости из молоколовушки датчика потока молока в молокоприемную камеру коллектора через щель, образуемую нижним обрезом коаксиально установленного подвижного патрубка, содержащим калиброванную выемку, с посадочным гнездом в отверстии, выполненном в дне молоколовушки, при его вертикальном перемещении под воздействием всплывающего поплавка и обоснование его конструктивных параметров.
- Проверка теоретических положений, характеризующих закономерность изменения вакуумметрического давления в патрубке, которым молоколовушка соединена с подсосковой камерой доильного стакана, в зависимости

от конструктивных параметров калиброванного отверстия, сообщающего его с атмосферой.

- Проверка теоретических положений, характеризующих закономерность изменения стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой.

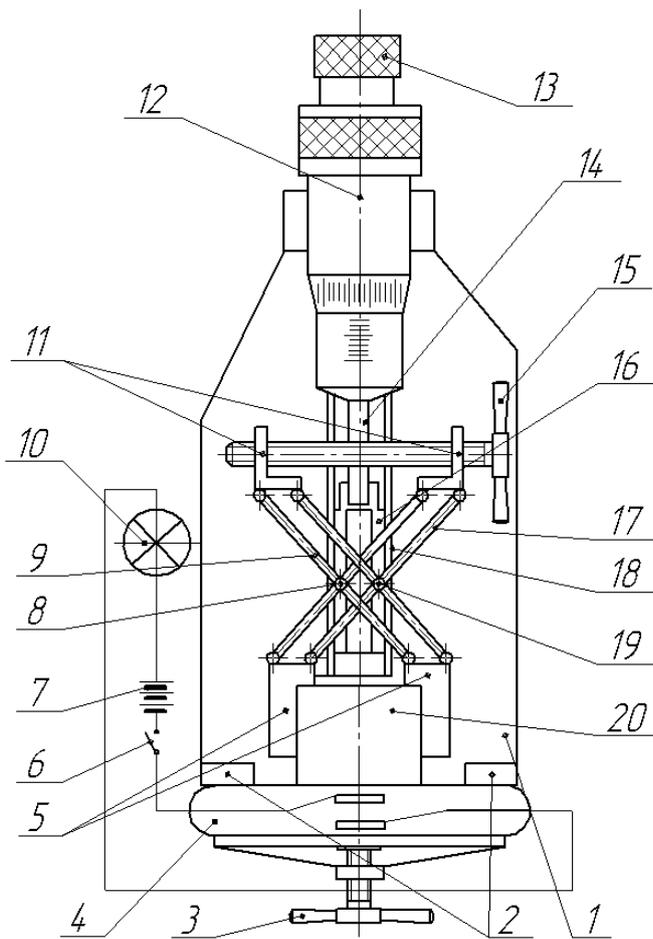
Для выполнения поставленных задач нами были изготовлены отдельные узлы датчика потока молока, подвергаемые исследованиям для обоснования их конструктивно-режимных параметров. Исследования проводили с использованием разработанных нами стендов, в том числе с применением тензометрического оборудования [167].

3.1. Методика экспериментальных исследований взаимодействия магнита и геркона

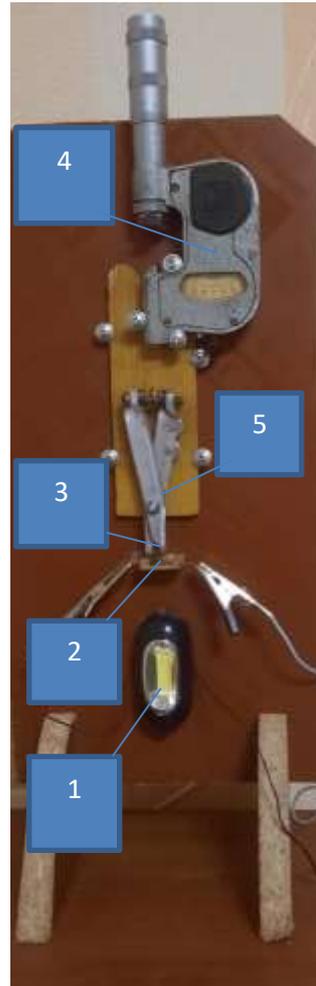
Из описания процесса изменения вакуумметрического давления доения в предлагаемой конструкции доильного аппарата следует, что переключение режимов происходит в результате изменения положения магнита относительно геркона при всплытии поплавка, чем регламентируется глубина молоколовушки. На рисунке 3.1 приведена схема стенда для имитации и исследования взаимодействия магнита и геркона (ПМ №202514) и общий вид (Приложение В) [168, 169].

Стенд для имитации и исследования взаимодействия магнита и геркона состоит из остова 1, который в нижней части содержит кронштейны 2 и винт 3 для фиксации испытуемого геркона 4 в горизонтальном положении. Перпендикулярно геркону 4 и симметрично вертикальной его оси симметрии на остове 1 выполнен паз 18, в котором расположен ползун 16, соединяемый со штоком 14 жестко прикрепленного к остову 1 микрометрического глубиномера 12 с трещоткой 13 для перемещения штока 14. Ползун 16 содержит шипы 8 и 19, на которые подвижно и крестообразно относительно друг друга боковыми звеньями установлены параллелограммные механизмы 9 и 17, верхние звенья 11 которых сопряжены стяжным винтом 15, а нижние выполнены в виде губок 5 для фиксации испытуемого маг-

нита 20. В электрическую цепь с источником питания 7 последовательно с герконом 4 через включатель 6 включена сигнальная лампа 10.



а.



б.



в.

1 – остов; 2 - кронштейн; 3 - винт; 4 - геркон; 5 - губка; 6 - включатель; 7 - источник питания; 8, 19 - шип; 9, 17 - параллелограммный механизм; 10 - сигнальная лампа; 11 - звено; 12 - микрометрический глубиномер; 13 - трещотка; 14 - шток; 15 - винт; 16 - ползун; 18 - паз; 20 - магнит.

а. - схема стенда для исследования взаимодействия магнита и геркона; б. - стенд для исследования взаимодействия магнита и геркона – контакты геркона разомкнуты; в. - стенд для исследования взаимодействия магнита и геркона – контакты замкнуты.

Рисунок 3.1 – Исследование взаимодействия магнита и геркона

Эксперимент выполняли следующим образом. Испытуемый геркон 4 укладывали на кронштейны 2 остова 1, фиксировали винтом 3 и включали в последовательную электрическую цепь с источником питания 7, выключателем 6 и сигнальной лампой 10. Удерживая магнит 20 в створе губок 5, вращали винт 15, сближая между собой верхние звенья 11. При этом крестообразно установленные относительно друг друга параллелограммные механизмы 9 и 17, проворачиваясь на шипах 8 и 19, сближали между собой губки 5 и фиксировали магнит 20. Затем, вращая трещотку 13, выдвигали шток 14 микрометрического глубиномера 12, тем самым перемещали ползун 16, с установленными на шипах 8 и 19 параллелограммные механизмы 9 и 17, по пазу 18 вниз, до соприкосновения магнита 20 с герконом 4.

Вращение трещотки 13 прекращали и снимали показания со шкалы микрометрического глубиномера 12. Включали выключатель 6. А так как геркон 4 находится в непосредственной близости от магнита 20 в его магнитном поле, и контакты геркона 4 замкнуты, то сигнальная лампа 10 горит.

Стенд готов к проведению исследований взаимодействия геркона 4 и магнита 20.

Первый этап – определение удаления магнита 20 от геркона 4 в момент размыкания контактов геркона 4 (сигнальная лампа 10 гаснет). Вращая трещотку 13, втягивали шток 14 микрометрического глубиномера 12, тем самым перемещали ползун 16, с крестообразно установленными относительно друг друга на шипах 8 и 19 параллелограммными механизмами 9 и 17, по пазу 18 вверх, удаляя магнит 20 от геркона 4 до момента размыкания контактов геркона 4 и выключения сигнальной лампы 10. Вращение трещотки 13 прекращали и снимали показания со шкалы микрометрического глубиномера 12.

Второй этап – определение удаления магнита 20 от геркона 4 в момент замыкания контактов геркона 4 (сигнальная лампа 10 загорается). Вращая трещотку 13 в противоположном направлении, выдвигали шток 14 микрометрического глубиномера 12, тем самым перемещали ползун 16, с крестообразно установленными относительно друг друга на шипах 8 и 19, параллелограммными механизмами 9 и

17, по пазу 18 вниз, приближая магнит 20 к геркону 4 до момента замыкания контактов геркона 4 и включения сигнальной лампы 10. Вращение трещотки 13 прекращали и снимали показания со шкалы микрометрического глубиномера 12.

Исследования повторяли с требуемой повторностью.

По завершению исследований выключали включатель 6. Затем, для удобства снятия магнита 20, вращая трещотку 13, втягивали шток 14 микрометрического глубиномера 12, тем самым перемещали ползун 16, с установленными на шипах 8 и 19 параллелограммные механизмы 9 и 17, по пазу 18 вверх. Удерживая магнит 20, вращали винт 15, удаляя друг от друга верхние звенья 11. При этом крестообразно установленные относительно друг друга параллелограммные механизмы 9 и 17, проворачиваясь на шипах 8 и 19, увеличивали расстояние между губками 5 и расфиксировали магнит 20. Магнит 20 снят со стенда. Затем, испытуемый геркон 4 выключали с последовательной электрической цепи с источником питания 7, включателем 6 и сигнальной лампой 10, расфиксировали его, вращая винт 3, и снимали со стенда.

Исследовали взаимодействие неодимовых магнитов (Неодим-железо-бор (NdFeB)) размером $2 \times 2 \times 2$, $4 \times 4 \times 4$ и $6 \times 6 \times 6$ мм (Рисунок 3.2а) и герконов КЭМ-2 группы Б (МДС срабатывания 21-42 А) (Рисунок 3.2б).



а.



б.

а. - неодимовые магниты (Неодим-железо-бор (NdFeB)) размером $2 \times 2 \times 2$, $4 \times 4 \times 4$ и $6 \times 6 \times 6$ мм; б. - герконы КЭМ-2 группы А (МДС срабатывания 10-25 А) и КЭМ-2 группы Б (МДС срабатывания 21-42 А)

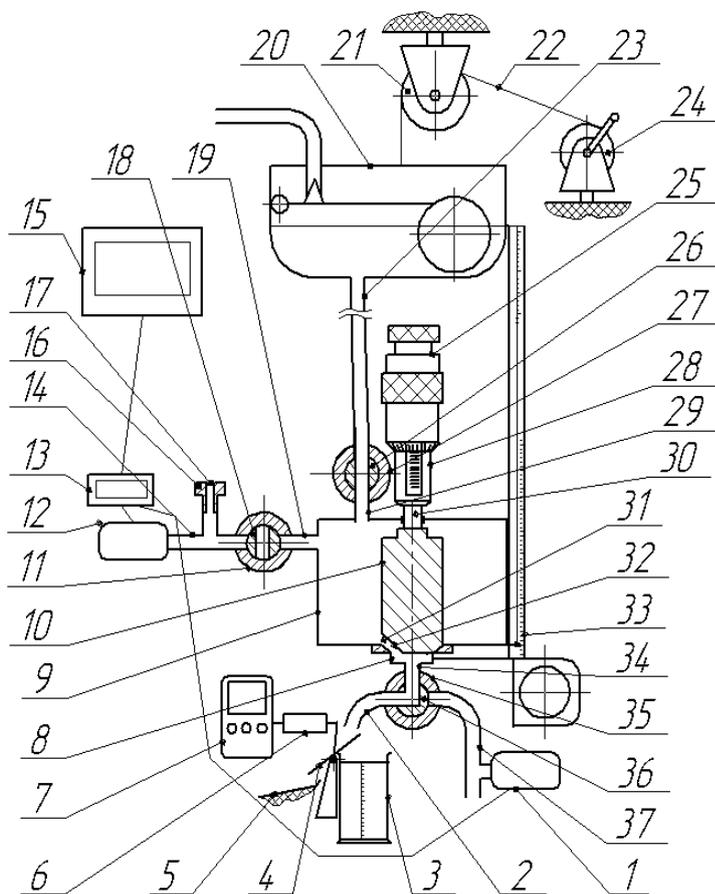
Рисунок 3.2 – Исследуемые неодимовые магниты и герконы

Для эксперимента из партий поставки по 10 шт. произвольно выбирали по 3 шт. неодимовых магнитов и герконов.

Удаление магнита от геркона в момент замыкания и размыкания его контактов измеряли с точностью $\pm 0,01$ мм. Измерения проводили с трехкратной повторностью. Анализ результатов измерения выполняли с использованием программы Excel и стандартных методов статистической обработки [170...173].

3.2. Исследование рабочего процесса датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата

При изучении расхода жидкости через калиброванный канал из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора и изучении закономерности изменения вакуумметрического давления в патрубке, сообщающем молоколовушку с подсосковой камерой доильного стакана, мы использовали разработанный нами стенд для имитации работы и испытания датчика потока молока доильного аппарата (Патент №2727358) (Приложение Г), схема которого приведена на рисунке 3.3 [174].



1; 12 – датчик давления; 2 – патрубок; 3 – емкость; 4 – отсекатель; 5 – сливная емкость; 6 – втягивающее реле; 7 – таймер отключатель; 8 – посадочное гнездо; 9 – молоколовушка; 10 – сменный стержень; 11, 27, 35 – вентиль; 13 – осциллограф; 14, 19, 23, 29, 34 – патрубок; 15 – компьютер; 16 – сменный жиклер; 17 – калиброванный канал; 18, 26, 36 – золотник; 20 – поплавковая камера; 21 – обводной ролик; 22 – гибкая тяга; 24 – лебедка; 25 – трещотка; 28 – микрометр; 30 – шток; 31 – калиброванный канал; 32 – выемка; 33 – мерная линейка.

Рисунок 3.3 – Схема стенда для имитации работы и испытания датчика потока молока почетвертного адаптивного доильного аппарата

Стенд включает датчик потока молока, выполненный в виде молоколовушки 9 с испытываемыми сменными посадочным гнездом 8 и стержнем 10 с выемкой 32, имитирующим подвижной патрубком с заданными конструктивными параметрами, которые образуют калиброванный канал 31. Патрубком 29 к молоколовушке 9 прикреплен вентиль 27 с золотником 26, который гибким патрубком 23 соединен с поплавковой камерой 20.

Для обеспечения возможности перемещения в вертикальной плоскости поплавковая камера 20 подвешена на гибкой тяге 22, через обводной ролик 21 связанной с лебедкой 24. Для имитации и измерения вертикального перемещения подвижного патрубка под воздействием всплывающего поплавка, на молоколовушке 9 установлен микрометр 28 с трещоткой 25, к штоку 30 которого прикреплен стержень 10. Для определения напора истечения жидкости из молоколовушки 9 через калиброванный канал 31, или щель, образуемую при вертикальном перемещении стержня 10 под воздействием штока 30 микрометра 28, стенд содержит расположенную строго вертикально мерную линейку 33, верхний обрез которой, совпадающий с началом отсчета шкалы, прикреплен к поплавковой камере 20 на уровне поверхности жидкости в ней. Мерной линейкой 33 измеряют высоту положения поверхности жидкости в поплавковой камере 20 над дном молоколовушки 9.

При этом напор истечения жидкости из молоколовушки 9 через калиброванный канал 31 или образуемую щель определяют по уравнению:

$$P = (H - \Delta h)\gamma,$$

где P – напор истечения жидкости, Па;

H – высота положения поверхности жидкости в поплавковой камере 20 над дном молоколовушки 1, м;

Δh – высота положения центра тяжести поперечного сечения на входе сливного канала над дном молоколовушки, м;

γ – удельный вес жидкости, Н/м³.

К посадочному гнезду 8 патрубком 34 прикреплен трехходовой вентиль 35 с золотником 36, патрубок 37 которого снабжен датчиком давления 1 и соединен с

источником вакуума, а патрубок 2 направлен в емкость 3, над которой установлен отсекающий клапан 4 потока жидкости, направляющий жидкость в сливную емкость 5 и управляемый втягивающим реле 6 с таймером отключателя 7. К молоколовушке 9 патрубком 19 присоединен клапан 11 с золотником 18, патрубок 14 которого соединен с датчиком давления 12 и содержит исследуемый сменный жиклер 16 с изменяемыми параметрами калиброванного канала 17 для подсоса воздуха из атмосферы. Датчики давления 1 и 12 соединены с осциллографом 13, сигналы от которого фиксируются в компьютере 15.

Этот стенд мы использовали при проведении экспериментальных исследований для проверки теоретических положений характеризующих зависимости расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через калиброванный канал и через щель, образуемую между посадочным гнездом и стержнем при его перемещении штоком микрометра вверх, и теоретических положений взаимосвязи конструктивно-режимных параметров калиброванного канала для поступления атмосферного воздуха в патрубок, которым молоколовушка соединена с подсосовой камерой доильного стакана, и расхода воздуха через него.

3.2.1. Методика исследований зависимости расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через калиброванный канал

При анализе математической модели, характеризующей процесс истечения молока и описываемой уравнением (2.74) установлено, что расход молока из молоколовушки через калиброванный канал, образуемый выемкой в подвижном патрубке и конической поверхностью посадочного гнезда зависит от площади поперечного сечения канала, коэффициента скорости истечения и коэффициента сжатия струи, а также напора истечения, формируемого столбом молока в молоколовушке и перепадом давления в молоколовушке и в молокоприемной камере коллектора. Как показывают предварительные расчеты, приведенные на рисунке 2.22 и в таблице 2.4, наиболее существенное влияние на интенсивность потока истекаемой жидкости через калиброванный канал оказывают два фактора: площадь по-

перечного сечения калиброванного канала, а точнее, диаметр впадины в подвижном патрубке, и напор истечения. Поэтому в основу эксперимента нами заложен полный факторный эксперимент (ПФЭ) 3^2 [175...183]. Уровни варьирования выбранных факторов приведены в таблице 3.1. Интервал варьирования фактора x_1 – диаметр выемки патрубка, выбирали таким, при котором охватывается интервал варьирования интенсивности потока истекаемой жидкости в интервале 20...100 мл/мин. при доении в стимулирующем режиме при вакуумметрическом давлении $33,0 \pm 0,5$ кПа и номинальном вакуумметрическом давлении в молокоприемной камере коллектора - $48,0 \pm 0,5$ кПа.

Таблица 3.1 - Факторы, влияющие на критерий оптимизации.

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ ФАКТОРА	УРОВНИ ВАРЬИРОВАНИЯ		
		-1	0	+1
x_1	Диаметр выемки, мм	0,5	1,0	1,5
x_2	Давление, кПа	0,0	7,5	15,0

Интервал варьирования фактора x_2 – перепад давлений между давлением на уровне центра тяжести поперечного сечения сливного канала в молоколовушке и давлением в молокоприемной камере коллектора, формирующий напор истечения жидкости, создаваемый столбом молока в молоколовушке на грани всплытия поплавка с параметрами, приведенными в таблице 2.2, и перепадом давления в молокоприемной камере коллектора и молоколовушке при доении в стимулирующем режиме, и формирующий напор истечения жидкости, создаваемый столбом молока в молоколовушке на грани всплытия поплавка, и перепадом давления в молокоприемной камере коллектора и молоколовушке при доении в номинальном режиме (Таблица 3.1).

Матрица планирования эксперимента приведена в таблице 3.2.

Параметр оптимизации – расход жидкости через калиброванный канал истечения. Исследование зависимости расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через калиброванный канал проводили с использованием разработанного нами стенда (Патент №2727358) (Приложение Г), опи-

сание которого приведено выше [174]. Для этого его настраивали следующим образом (Рисунок 3.4).

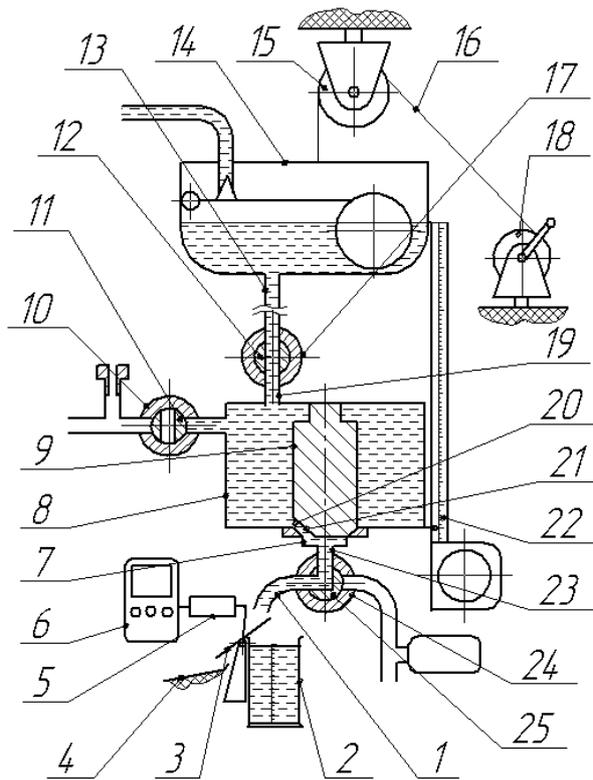
Таблица 3.2 - Матрица планирования факторного эксперимента.

№ опыта	ФАКТОРЫ И ИХ СОЧЕТАНИЕ					
	x_0	x_1	x_2	x_1x_2	x_1^2	x_2^2
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1
3	+1	-1	+1	-1	+1	+1
4	+1	-1	-1	+1	+1	+1
5	+1	0	0	0	0	0
6	+1	+1	0	0	1	0
7	+1	-1	0	0	1	0
8	+1	0	+1	0	0	1
9	+1	0	-1	0	0	1

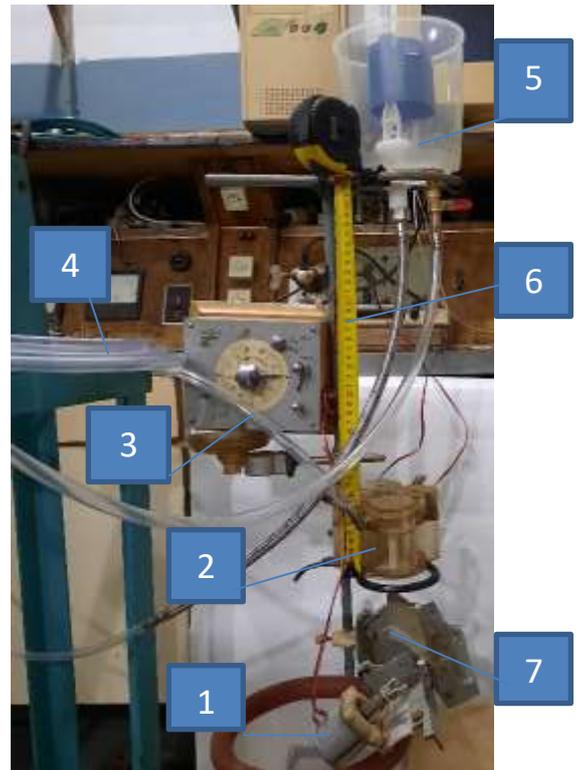
В молоколовушку 8 в соответствии с таблицей 3.1 и матрицей планирования эксперимента (Таблица 3.2) устанавливали исследуемый стержень 9 с выемкой 21 и соответствующее ему посадочное гнездо 7. Вращая лебедку 18 воздействовали на гибкую тягу 14, которая через обводной ролик 13 поднимала или опускала поплавковую камеру 12 на заданную высоту, контролируя ее относительно дна молоколовушки 8 по шкале мерной линейки 22 с точностью $\pm 1,0$ мм, верхний обрез которой, совпадающий с началом отсчета шкалы, прикрепляли к поплавковой камере 12 на уровне поверхности жидкости в ней. Вращая золотник 16 вентиля 17 патрубок 19 сообщали с гибким патрубком 15, вращая золотник 25 трехходового вентиля 24 патрубок 23 сообщали с патрубком 1, а вращая золотник 11 вентиль 10 устанавливали в закрытое положение.

Стенд готов к проведению исследований расхода жидкости через калиброванный канал 20 при заданном напоре истечения.

Включали подачу жидкости в поплавковую камеру 12 (Рисунок 3.4). При этом жидкость, перемещаясь по гибкому патрубку 15 через золотник 16 вентиля 17 и патрубок 19, заполняла молоколовушку 8 и далее поплавковую камеру 12 до заданного уровня, создавая требуемый напор истечения.



а.



б.

1 – патрубок; 2 – емкость; 3 – отсека-
 тель; 4 – сливная емкость; 5 – втягива-
 ющее реле; 6 – таймер отключатель;
 7 – посадочное гнездо; 8 – молоколо-
 вушка; 9 – стержень; 10 – вентиль;
 11 – золотник; 12 – поплавковая каме-
 ра; 13 – обводной ролик; 14 – гибкая
 тяга; 15 – патрубок; 16 – золотник;
 17 – вентиль; 18 – лебедка; 19 – патру-
 бок; 20 – калиброванный канал;
 21 – выемка; 22 – мерная линейка;
 23 – патрубок; 24 – вентиль; 25 – зо-
 лотник.

1 – втягивающее реле; 2 – молоколо-
 вушка; 3 – таймер отключатель; 4 – гибкий шланг; 5 – поплавковая ка-
 мера; 6 – мерная линейка; 7 – отсека-
 тель.

а. схема стенда для исследования расхода жидкости через калиброванный канал;
 б. стенд для исследования расхода жидкости через калиброванный канал.

Рисунок 3.4 – Исследование расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через калиброванный канал

Одновременно жидкость через калиброванный канал 20 поступала в патру-
 бок 23 и далее через золотник 25 вентиля 24 - в патрубок 1, откуда попадала на
 отсекагель 3, по которому стекала в сливную емкость 4. При установившемся ре-
 жиме истечения жидкости из молоколовушки 8 в таймере отключателе 6 устанавли-
 вали время отбора порции жидкости, поступающей из молоколовушки 8 через

калиброванный канал 20, и включали его. При этом срабатывало втягивающее реле 5 и проворачивало отсекагель 3, открывая путь движения жидкости из патрубка 1 в емкость 2. По истечению времени таймер отключатель 6 отключал втягивающее реле 5, которое возвращало отсекагель 3 в исходное положение, тем самым снова направив поток жидкости из патрубка 1 в сливную емкость 4.

Взвешивая на весах с точностью $\pm 1,0$ г, определяли количество поступившей из молоколовушки 8 через калиброванный канал 20 жидкости и с учетом времени, устанавливаемого в таймере отключателе 6 с точностью $\pm 0,1$ с, определяли расход жидкости.

В процессе эксперимента согласно таблице 3.2 устанавливали стержень с требуемым диаметром выемки. А напор истечения жидкости из молоколовушки через калиброванный канал устанавливали, перемещая лебедкой поплавковую камеру на высоту, определяемую выражением:

$$H_n = h_{im} + \frac{P_{exp}}{\gamma}, \quad (3.1)$$

где H_n – высота положения поверхности жидкости в поплавковой камере над поверхностью жидкости в молоколовушке на грани всплытия поплавка, м;

P_{exp} – давление, принимаемое согласно матрице эксперимента, Па;

γ – удельный вес рабочей среды, $H/м^3$.

h_{im} – уровень молока в молоколовушке, м.

Удельный вес рабочей жидкости $9780 H/м^3$. Уровень молока в молоколовушке – $0,05$ м.

Перемещение поплавковой камеры по вертикали контролировали по шкале мерной линейки с точностью $\pm 1,0$ мм.

Измерение повторяли трехкратно. Анализ результатов измерения расхода жидкости выполняли с использованием программы Excel и стандартных методов статистической обработки [170...173, 175...183]. Оценку адекватности теоретических уравнений, полученных в результате математического моделирования рабочего процесса, и уравнений, полученных на основе экспериментальных исследований, оценивали по F-критерию Фишера [170...173].

3.2.2. Методика исследований зависимости расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через щель, образуемую посадочным гнездом и стержнем при его перемещении вверх

Аналитическое выражение, характеризующее процесс истечения молока и описываемое уравнением (2.91), свидетельствует о том, что на расход молока из молоколовушки через щель, образуемую стержнем и конической поверхностью посадочного гнезда, оказывают два фактора: площади щели, а также напор истечения, формируемого столбом молока в молоколовушке и перепадом давления в молоколовушке и в молокоприемной камере коллектора. При этом площадь щели истечения жидкости определяется произведением высоты щели и длины окружности диаметром, равным диаметру отверстия у вершины конического посадочного гнезда. Поэтому, в основу эксперимента нами заложен полный факторный эксперимент (ПФЭ) 3^2 [175...183]. Уровни варьирования выбранных факторов приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Факторы, влияющие на критерий оптимизации.

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ ФАКТОРА	УРОВНИ ВАРЬИРОВАНИЯ		
		-1	0	+1
x_3	Высота щели, мм	0,0	1,0	2,0
x_4	Давление, кПа	0	2,5	5,0

Параметр оптимизации – расход жидкости через щель истечения.

Основываясь на результатах математического моделирования процесса истечения жидкости через меньшее отверстие посадочного гнезда в дне молоколовушки, описываемого уравнением (2.91), а также откачки воздуха из молоколовушки для создания заданного вакуумного режима доения, описываемого уравнением (2.85), с учетом принятых ограничений, что при варьировании интенсивности потока выводимого из доли вымени молока в интервале 1000...2000 мл/мин, диаметре выемки в подвижном патрубке – 1,0 мм, принятом нами условно напоре истечения, создаваемым молоком в молоколовушке на уровне высоты буртика подвижного патрубка – 47,1 мм, варьировании абсолютного давления в молоколовушке в интервале 53,0...57,0 кПа, максимальное значение высоты – 1,74 мм щель принимает при интенсивности потока молока 2000 мл/мин., абсолютном

давлении доения 53,0 кПа, и внутреннем диаметре d_v подвижного патрубка, определяемом по уравнению (2.87), а, значит, и диаметре меньшего отверстия конического посадочного гнезда равным $6,97,0 \pm 0,01$ мм., для эксперимента устанавливаем внутренний диаметр d_v подвижного патрубка, а, значит, и диаметр меньшего отверстия конического посадочного гнезда равным $8,0 \pm 0,1$ мм.

Интервал варьирования фактора x_3 – высота щели, максимальное значение выбирали из условия, регламентируемого уравнением (2.97):

$$\frac{d_v}{4} \geq h_{pn}, \quad (3.2)$$

Интервал варьирования фактора x_4 – перепад давлений между давлением на уровне центра тяжести щели в молоколовушке и давлением в молокоприемной камере коллектора, формирующий напор истечения жидкости при интенсивной молокоотдаче в номинальном режиме доения, создаваемый столбом молока, равному глубине молоколовушки, за исключением высоты положения центра тяжести щели, которая составляет половину ее высоты, устанавливаемой согласно матрице эксперимента, и перепадом давления в молокоприемной камере коллектора и молоколовушке.

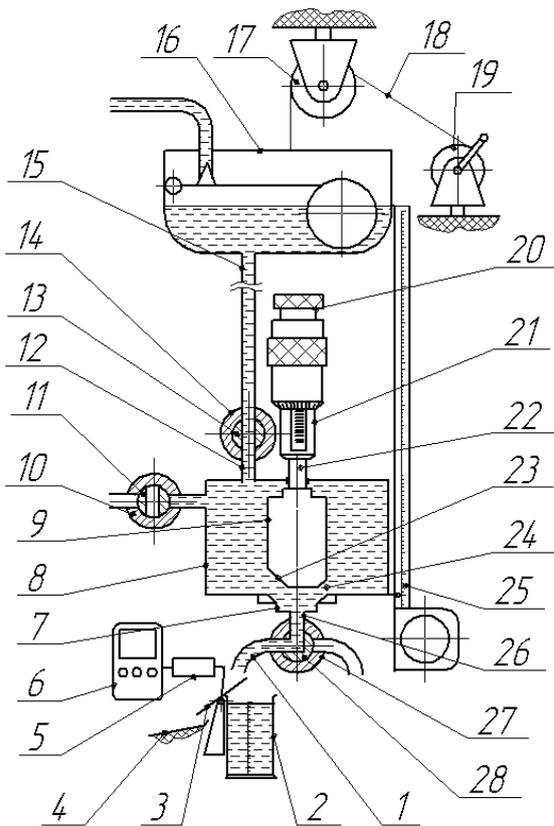
Матрица планирования эксперимента приведена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Матрица планирования факторного эксперимента.

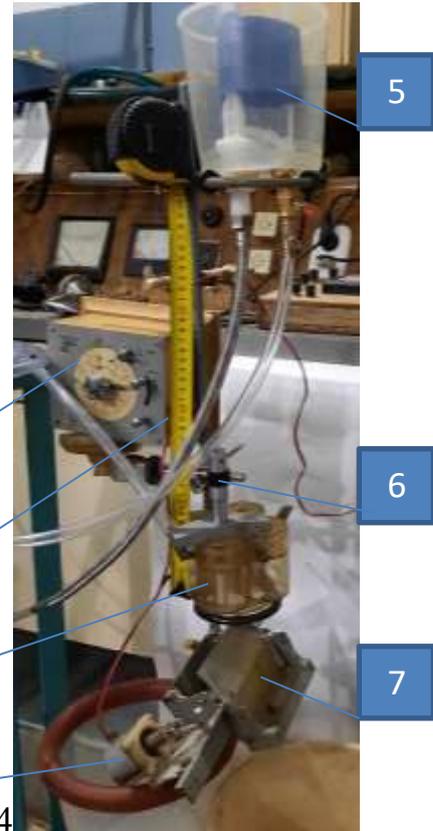
№ опыта	ФАКТОРЫ И ИХ СОЧЕТАНИЕ					
	x_0	x_3	x_4	x_3x_4	x_3^2	x_4^2
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1
3	+1	-1	+1	-1	+1	+1
4	+1	-1	-1	+1	+1	+1
5	+1	0	0	0	0	0
6	+1	+1	0	0	1	0
7	+1	-1	0	0	1	0
8	+1	0	+1	0	0	1
9	+1	0	-1	0	0	1

Исследование зависимости расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через щель, образуемую посадочным гнездом 7 и стержнем 9 при его перемещении вверх штоком 22 микрометра 21 проводили с

использованием разработанного нами стенда (Патент №2727358) (Приложение Г) , описание которого приведено выше (Рисунок 3.5.) [174].



а.



б.

1 – патрубок; 2 – емкость; 3 – отсека-
тель; 4 – емкость; 5 – втягивающее ре-
ле; 6 – таймер отключатель; 7 – поса-
дочное гнездо; 8 – молоколовушка; 9 -
стержень; 10 – вентиль; 11 – золотник;
12 – гибкий патрубок; 13 – золотник;
14 – вентиль; 15 – патрубок; 16 – по-
плачковая камера; 17 – обводной ро-
лик; 18 – гибкая тяга; 19 – лебедка;
20 – трещотка; 21 – микрометр;
22 – шток; 23 – выемка; 24 – щель;
25 – мерная линейка; 26 – патрубок;
27 – трехходовой вентиль; 28 – золот-
ник.

1 – втягивающее реле; 2 – молоколо-
вушка; 3 – мерная линейка; 4 – таймер
отключатель; 5 – поплавковая камера;
6 – микрометр; 7 – отсекатель.

а. – схема стенда для исследования расхода жидкости через щель, образуемую по-
садочным гнездом и стержнем; б. – стенд для исследования расхода жидкости че-
рез щель, образуемую посадочным гнездом и стержнем

**Рисунок 3.5 – Исследование расхода жидкости из молоколовушки в
молокоприемную камеру коллектора через щель, образуемую посадочным
гнездом и стержнем**

Для этого его настраивали следующим образом. В молоколовушку 8 (Рисунок 3.5) в соответствии с таблицей 3.3 и матрицей планирования эксперимента (Таблица 3.4) устанавливали исследуемый стержень 9 с выемкой 23 и соответствующее ему посадочное гнездо 7. Вращая лебедку 19 воздействовали на гибкую тягу 18, которая через обводной ролик 17 поднимала или опускала поплавковую камеру 16 на заданную высоту, контролируя ее относительно дна молоколовушки 8 по шкале мерной линейки 25, верхний обрез которой, совпадающий с началом отсчета шкалы, прикрепляли к поплавковой камере 16 на уровне поверхности жидкости в ней.

Вращая золотник 13 вентиля 14 патрубков 15 сообщали с гибким патрубком 12, вращая золотник 28 трехходового вентиля 27 патрубков 26 сообщали с патрубком 1, а вращая золотник 11 вентиль 10 устанавливали в закрытое положение. Вращая трещотку 20 микрометра 21 выдвигали шток 22, тем самым опуская стержень 9 в крайнее нижнее положение до соприкосновения с посадочным гнездом 7.

Стенд готов к проведению исследований расхода жидкости через щель, образуемую посадочным гнездом 7 и стержнем 9 при его перемещении вверх штоком 22 микрометра 21 при заданном напоре истечения.

Включали подачу жидкости в поплавковую камеру 16. При этом жидкость, перемещаясь по патрубку 15, через золотник 13 вентиля 14 и гибкий патрубок 12, заполняла молоколовушку 8 и далее поплавковую камеру 16 до заданного уровня, создавая требуемый напор истечения.

Одновременно жидкость через калиброванный канал поступала в патрубок 26 и далее через золотник 28 вентиля 27 - в патрубок 1, откуда попадала на отсекатель 3, по которому стекала в сливную емкость 4. При установившемся режиме истечения жидкости из молоколовушки 8 в таймере отключателя 6 устанавливали время отбора порции жидкости, поступающей из молоколовушки 8 через калиброванный канал, и включали его. При этом срабатывало втягивающее реле 5 и проворачивало отсекатель 3, открывая путь движения жидкости из патрубка 1 в емкость 2. По истечению времени таймер отключатель 6 отключал втягивающее

реле 5, которое возвращало отсекаТЕЛЬ 3 в исходное положение, тем самым снова направив поток жидкости из патрубка 1 в сливную емкость 4.

Взвешивая на весах с точностью $\pm 1,0$ г, определяли количество поступившей из молоколовушки 8 через щель 24 жидкости и с учетом времени, устанавливаемого в таймере отключателя 6 с точностью $\pm 0,1$ с, определяли расход жидкости.

Вращая трещотку 20, контролируя по шкале микрометра 21, стержень 9 поднимали на заданную величину, образуя щель 24 для истечения жидкости с заданными параметрами и проводили измерение количества поступающей в емкость 2 жидкости.

В процессе эксперимента согласно таблице 3.4 устанавливали стержень и посадочное гнездо с требуемым диаметром выемки. Стержень относительно посадочного гнезда устанавливали на высоте, контролируемой микрометром с точностью $\pm 0,01$ мм. А напор истечения жидкости из молоколовушки через калиброванный канал устанавливали, перемещая лебедкой поплавковую камеру на высоту, определяемую выражением:

$$H_n = h_{im} + \frac{P_{exp}}{\gamma}, \quad (3.3)$$

где H_n – высота положения поверхности жидкости в поплавковой камере над дном молоколовушки, м;

P_{exp} – давление, принимаемое согласно матрице эксперимента, Па;

γ – удельный вес рабочей среды, $H/м^3$;

h_{im} – уровень молока в молоколовушке, м.

Удельный вес рабочей жидкости $9780 H/м^3$. Уровень молока в молоколовушке – $0,05$ м.

Перемещение поплавковой камеры по вертикали контролировали по шкале мерной линейки с точностью ± 1 мм.

Измерение повторяли трехкратно. Анализ результатов измерения расхода жидкости выполняли с использованием программы Excel и стандартных методов статистической обработки [170...173, 175...183]. Оценку адекватности теоретических уравнений, полученных в результате математического моделирования рабо-

чего процесса, и уравнений, полученных на основе экспериментальных исследований, оценивали по F-критерию Фишера [170...173].

3.2.3. Методика исследований изменения вакуумметрического давления в патрубке, которым молоколовушка соединена с подсосковой камерой доильного стакана

Как свидетельствует анализ уравнения 2.75, для установления в подсосковой камере доильного стакана заданного стимулирующего вакуумметрического давления P_{st} важным является найти правильное соотношение диаметров выемки d_k в подвижном патрубке, формирующего канал для истечения молока из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора, и калиброванного отверстия d_{otv} в патрубке для подсоса воздуха из атмосферы, сообщающем молоколовушку с подсосковой камерой доильного стакана. В основу эксперимента нами заложен полный факторный эксперимент (ПФЭ) 3^2 [175...183]. Уровни варьирования выбранных факторов приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Факторы, влияющие на критерий оптимизации.

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ ФАКТОРА	УРОВНИ ВАРЬИРОВАНИЯ		
		-1	0	+1
x_5	Диаметр выемки, мм	0,6	1,0	1,4
x_6	Диаметр канала в патрубке, мм	0,3	0,5	0,7

Основываясь на результатах математического моделирования процесса истечения жидкости через меньшее отверстие посадочного гнезда в дне молоколовушки, описываемого уравнением (2.91), из которого следует, что предполагаемая максимальная интенсивность потока молока 2000 мл/мин., может быть достигнута при абсолютном давлении доения 53,0 кПа, и внутреннем диаметре d_v подвижного патрубка, определяемом по уравнению (2.87), а, значит, и диаметре меньшего отверстия конического посадочного гнезда равным $6,97,0 \pm 0,01$ мм., для эксперимента устанавливаем внутренний диаметр d_v подвижного патрубка, а, значит, и диаметр меньшего отверстия конического посадочного гнезда равным $8,0 \pm 0,1$ мм, а наружный – 12,0 мм.

Интервал варьирования фактора x_5 – диаметр выемки патрубка, выбирали таким, при котором охватывается интервал варьирования интенсивности потока истекаемой жидкости в интервале 18,0...104,0 мл/мин. при доении в стимулирующем режиме при вакуумметрическом давлении $33,0 \pm 0,5$ кПа и номинальном вакуумметрическом давлении в молокоприемной камере коллектора - $48,0 \pm 0,5$ кПа, и угле α при вершине конуса 0,523...0,697 рад. Интервал варьирования фактора x_6 – диаметр калиброванного отверстия в патрубке выбирали на основании предварительно выполненных расчетов по уравнению (2.80), при котором обеспечивается достаточный подсос воздуха из атмосферы для установления в патрубке вакуумметрического давления в интервале 31,0...35,0 кПа. Толщина стенки патрубка – 1,0 мм.

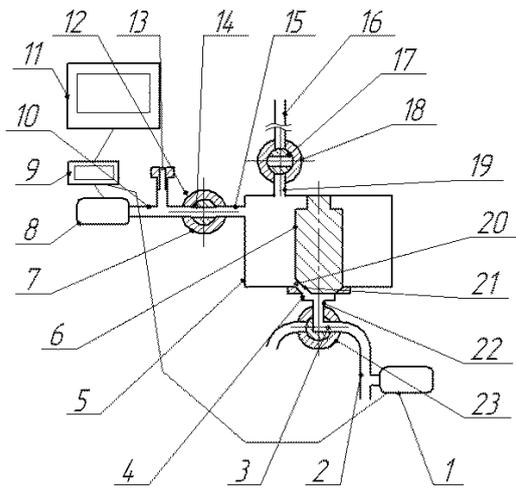
Матрица планирования эксперимента приведена в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Матрица планирования факторного эксперимента.

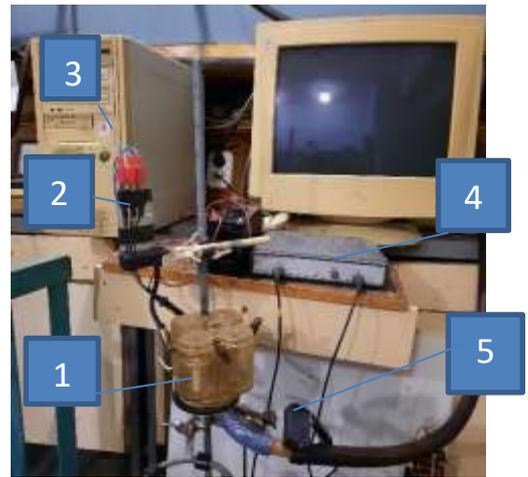
№ опыта	ФАКТОРЫ И ИХ СОЧЕТАНИЕ					
	x_0	x_5	x_6	x_5x_6	x_5^2	x_6^2
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1
3	+1	-1	+1	-1	+1	+1
4	+1	-1	-1	+1	+1	+1
5	+1	0	0	0	0	0
6	+1	+1	0	0	1	0
7	+1	-1	0	0	1	0
8	+1	0	+1	0	0	1
9	+1	0	-1	0	0	1

Для постановки эксперимента использовали разработанный нами стенд (Патент №2727358) (Приложение Г) (Рисунок 3.6) [174].

Изучали закономерность изменения вакуумметрического давления в патрубке 10, сообщаемом с подсосковой камерой доильного стакана, в зависимости от конструктивных параметров посадочного гнезда 4, стержня 6 с выемкой 21, и калиброванного отверстия 13, контролируемого датчиком давления 8.



а.



б.

1 – датчик давления; 2 – патрубок; 3 – золотник; 4 – посадочное гнездо; 5 – молоколовушка; 6 – стержень; 7 – вентиль; 8 – датчик давления; 9 – осциллограф; 10 – патрубок; 11 – компьютер; 12 – жиклер; 13 – калиброванное отверстие; 14 – золотник; 15 – патрубок; 16 – патрубок; 17 – золотник; 18 – вентиль; 19 – патрубок; 20 – калиброванный канал; 21 – выемка; 22 – патрубок; 23 – трехходовой вентиль.

1 – молоколовушка; 2, 5 – тензометрический датчик; 3 – компьютер; 4 – осциллограф.

а. – схема стенда для исследования изменения вакуумметрического давления в патрубке; б. – стенд для исследования изменения вакуумметрического давления в патрубке

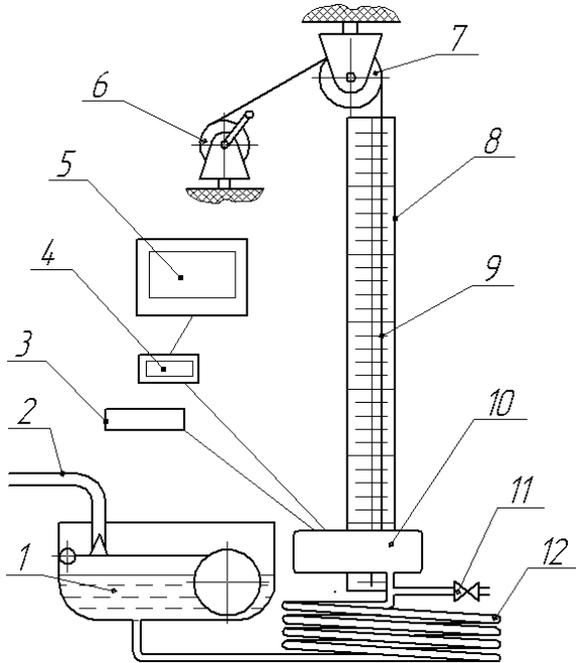
Рисунок 3.6 – Исследование изменения вакуумметрического давления в патрубке, которым молоколовушка соединена с подсосковой камерой доильного стакана

Перед началом исследований проводили калибровку тензометрического датчиков давления 1 и 8. Для этого нами был разработан стенд, схема которого приведена на рисунке 3.7 (Приложение Д) [184].

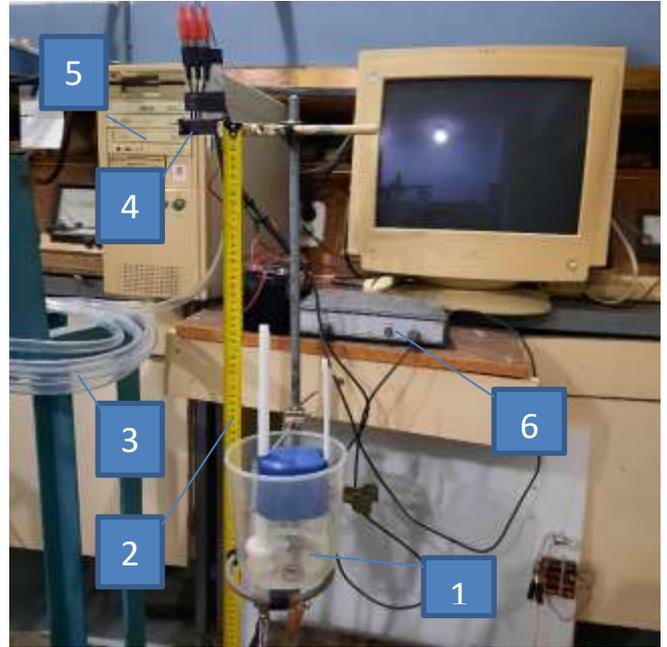
В тензометрическом вакуумметре использовали тензометрический датчик марки РК-8763.9, осциллограф РС-500А и стабилизатор питания $6 \pm 0,01$ в,

Калибровку проводили следующим образом. Тензометрический датчик 10 марки РК-8763.9 подключали к стабилизатору напряжения питания 3, к осциллографу 4 марки РС-500А, подсоединяли к гибкому шлангу 12 и прикрепляли гиб-

кую тягу 9. Патрубком 2 поплавковую камеру 1 сообщали с источником рабочей среды и открывали сливной вентиль 11. При этом рабочая среда, поступая в поплавковую камеру 1, заполняла гибкий шланг 12, вытесняя из него воздух и сливаясь через сливной вентиль 11.



а.



б.

1 – поплавковая камера; 2 – патрубок; 3 – стабилизатор напряжения питания; 4 – осциллограф; 5 – компьютер; 6 – лебедка; 7 – обводной ролик; 8 – мерная линейка; 9 – гибкая тяга; 10 – тензометрический датчик; 11 – сливной вентиль; 12 – гибкий шланг.

1 – поплавковая камера; 2 – мерная линейка; 3 – гибкий шланг; 4 – калибруемый тензометрический датчик; 5 – компьютер; 6 – осциллограф.

а. – Схема стенда для калибровки тензометрического вакуумметра; б. - стенд для калибровки тензометрического вакуумметра.

Рисунок 3.7 – Калибровка тензометрического вакуумметра.

Контролируя визуально через прозрачную оболочку, воздух полностью удаляли из гибкого шланга 12. Затем сливной вентиль 11 закрывали. Рабочая жидкость заполняла поплавковую камеру 1 до заданного уровня. Включали стабилизатор напряжения питания 3 тензометрического датчика 10, осциллограф 4 и компьютер 5. В компьютере 5 запускали программу управления осциллографом 4 и в

программе устанавливают режим вывода на экран цифровой информации об уровне сигнала, поступающего от тензометрического датчика 10.

Стенд готов к работе.

Вращая лебедку 6, гибкой тягой 9 поднимали тензометрический датчик 10 вверх, вдоль мерной линейки 8, выравнивая уровень поверхности рабочей среды в поплавковой камере 1 и в гибком шланге 12. При их совпадении вращение лебедки 6 прекращали. В журнале регистрировали начальные показания уровня сигнала тензометрического датчика 10 на экране компьютера и равное нулю значение вакуумметрического давления в гибком шланге 12, а, значит, и в тензометрическом датчике 10.

Вращение лебедки 6 возобновляли, одновременно контролируя уровень сигнала, поступающий в компьютер 5 через осциллограф 4 от тензометрического датчика 10. Выбрав шаг увеличения уровня сигнала, поступающего от тензометрического датчика 10 в компьютер 5 и достигнув заданного значения, вращение лебедки 6 прекращали. По шкале мерной линейки 8 с точностью $\pm 1,0$ мм определяли высоту положения поверхности рабочей среды в гибком шланге 12 над поверхностью рабочей среды в поплавковой камере 1, видимую через прозрачную оболочку гибкого шланга 12, и по приведенному уравнению рассчитывали достигнутое вакуумметрическое давление в гибком шланге 12:

$$P = H\gamma,$$

где P – вакуумметрическое давление, Па;

H - высота положения поверхности рабочей среды в гибком шланге 12 над поверхностью рабочей среды в поплавковой камере 1;

γ – удельный вес рабочей среды, Н/м³.

Удельный вес рабочей жидкости 9780 Н/м³.

Показания уровня сигнала, поступающего от тензометрического датчика вакуумметрического давления 10 в компьютер 5, и соответствующие ему результаты расчетов достигнутого вакуумметрического давления в гибком шланге 12 заносили в журнал. Затем вращение лебедки 6 снова возобновляли, до достижения, в соответствии с принятым шагом измерений, значения уровня сигнала, поступа-

ющего от тензометрического датчика 10 в компьютер 5, производили расчет и результат заносили в журнал, тем самым устанавливая цену шага цифровой регистрации.

Так повторяли до заданного крайнего верхнего положения тензометрического датчика 10.

По завершению калибровки, выключали стабилизатор напряжения питания 3, осциллограф 4 и компьютер 5. Патрубок 2 отключали от источника рабочей среды. Вращая лебедку 6 в обратном направлении, опускали, укладывая гибкий шланг 12, тензометрический датчик 10 в крайнее нижнее положение. Тензометрический датчик 10 отключали от стабилизатора напряжения питания 3, осциллографа 4, отсоединяли от гибкого шланга 12 и гибкой тяги 9. Открыв сливной вентиль 11, сливали рабочую среду с гибкого шланга 12 и поплавковой камеры 1.

Затем выполняли эксперимент. Для этого в молоколовушку 5 (Рисунок 3.6) в соответствии с таблицей 3.5 и матрицей планирования эксперимента (Таблица 3.6) устанавливали исследуемый стержень 6 с выемкой 21 и соответствующее ему посадочное гнездо 4, а в патрубок 10 вставляли исследуемый сменный жиклер 12 с изменяемыми параметрами калиброванного отверстия 13 для подсоса воздуха из атмосферы.

Вращая золотник 17 вентиль 18 закрывали, тем самым разъединив патрубок 19 и гибкий патрубок 16, вращая золотник 3 трехходового вентиля 23 патрубок 22 сообщали с патрубком 2, а вращая золотник 14 вентиля 7 сообщали между собой патрубок 15 и патрубок 10. Включали осциллограф 9 и компьютер 11.

Стенд готов к проведению исследований по изучению закономерности изменения вакуумметрического давления в трубке 10.

Патрубок 2 подключали к источнику вакуумметрического давления, сигнал о величине которого от датчика давления 1 через осциллограф 9 поступал в компьютер 11. Вакуумметрическое давление по патрубку 2 и далее через золотник 3 трехходового вентиля 23 и патрубок 22 поступал к посадочному гнезду 4, создавая условие отсоса воздуха через калиброванный канал 20 из молоколовушки 5,

патрубка 15, золотника 14 вентиля 7 и патрубка 10, тем самым создавая в них вакуумметрическое давление.

Одновременно в патрубок 10 и далее в золотник 14 вентиля 7, патрубок 15 и молоколовушку 5 через исследуемый сменный жиклер 12 с изменяемыми параметрами калиброванного отверстия 13 поступал атмосферный воздух, тем самым уменьшая значение вакуумметрического давления в патрубке 10, золотнике 14 вентиля 7, патрубке 15 и молоколовушке 5. При установившемся режиме движения воздушного потока в компьютере 11 регистрировали значение вакуумметрического давления в патрубке 10 с точностью $\pm 0,5$ кПа, сигнал о величине которого через осциллограф 9 поступал от датчика давления 8.

Измерение повторяли трехкратно.

Затем проводили смену исследуемых стержня и жиклера, и измерения повторяли.

Анализ результатов измерения вакуумметрического давления выполняли с использованием программы Excel и стандартных методов статистической обработки [170...173, 175...183]. Оценку адекватности теоретических уравнений, полученных в результате математического моделирования рабочего процесса, и уравнений, полученных на основе экспериментальных исследований, оценивали по F-критерию Фишера [170...173].

3.2.4. Методика исследований изменения стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой

При анализе математической модели, характеризующей процесс деформации мембраны под нагрузкой, описываемой уравнением (2.109) установлено, что стрела прогиба зависит от диаметра мембраны, ее толщины и перепада давления на мембране. Поэтому, в основу эксперимента нами заложен полный факторный эксперимент (ПФЭ) 3^3 [175...183]. Уровни варьирования выбранных факторов приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 - Факторы, влияющие на критерий оптимизации.

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ ФАКТОРА	УРОВНИ ВАРЬИРОВАНИЯ		
		-1	0	+1
x_7	Диаметр мембраны, мм	30,0	40,0	50,0
x_8	Толщина мембраны, мм	1,5	2,0	2,5
x_9	Давление, кПа	0	2,5	5,0

Параметр оптимизации – стрела прогиба мембраны.

Интервал варьирования фактора x_7 – диаметр мембраны, выбирали с учетом диаметра поплавка, принятый нами из конструктивных соображений диаметром 43,0 мм. Фактор x_8 – толщина мембраны, выбирали такими, при котором охватывается интервал варьирования щели, образуемой верхним обрезом подвижного патрубка и мембраной, для обеспечения интенсивности потока истекаемой жидкости 2000 мл/мин. и доения в номинальном режиме при вакуумметрическом давлении в молоколовушке молокоприемной камере коллектора - $48,0 \pm 0,5$ кПа при допустимом уменьшении вакуумметрического давления доения на $3,0 \dots 5,0$ кПа.

С целью уменьшения числа избыточных опытов использовали предложенные Г.Е.П. Боксом и К.Б. Вилсоном композиционные планы второго порядка, при построении которых используются ортогональные планы первого порядка ПФЭ $2k$ или ДФЭ $2k-p$ [182].

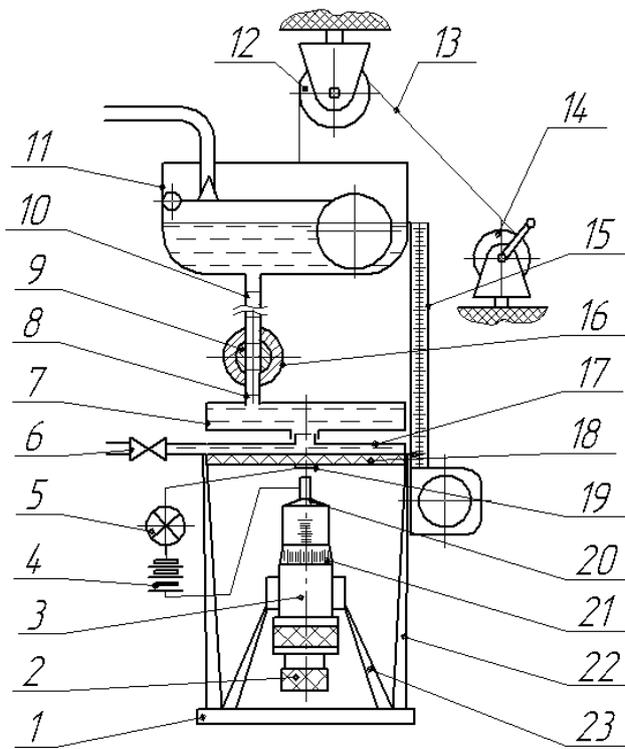
Матрица ортогонального центрально-композиционного плана второго порядка приведена в таблице 3.8 [182, 183].

Таблица 3.8 - Матрица планирования факторного эксперимента.

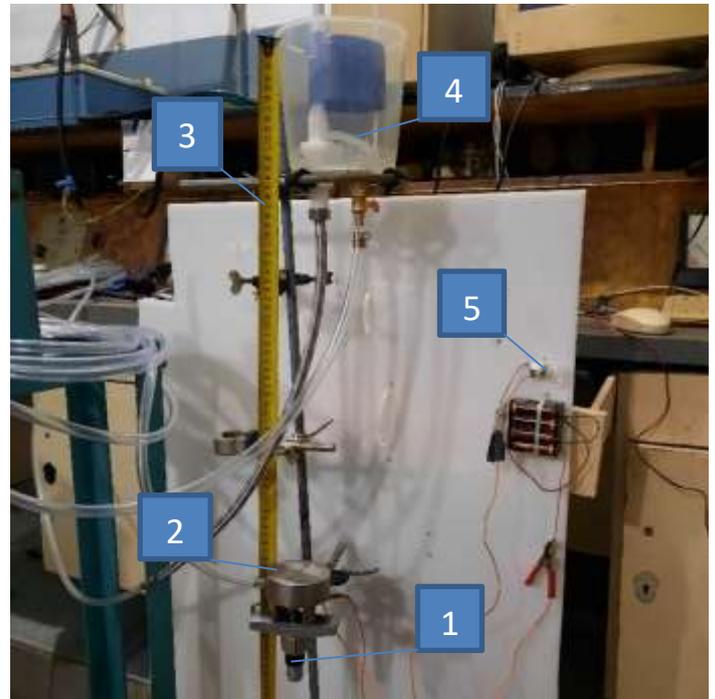
№ опыта	x_7	x_8	x_9	$x_7/\sqrt{x_7^2-d}$	$x_8/\sqrt{x_8^2-d}$	$x_9/\sqrt{x_9^2-d}$	Y
1	+	+	+	0,2697	0,2697	0,2697	
2	-	+	+	0,2697	0,2697	0,2697	
3	+	-	+	0,2697	0,2697	0,2697	
4	-	-	+	0,2697	0,2697	0,2697	
5	+	+	-	0,2697	0,2697	0,2697	
6	-	+	-	0,2697	0,2697	0,2697	
7	+	-	-	0,2697	0,2697	0,2697	
8	-	-	-	0,2697	0,2697	0,2697	
9	1,2154	0	0	0,7469	-0,7303	-0,7303	
10	-1,2154	0	0	0,7469	-0,7303	-0,7303	

11	0	1,2154	0	-0,7303	0,7469	-0,7303	
12	0	-1,2154	0	-0,7303	0,7469	-0,7303	
13	0	0	1,2154	-0,7303	-0,7303	0,7469	
14	0	0	-1,2154	-0,7303	-0,7303	0,7469	
15	0	0	0	-0,7303	-0,7303	-0,7303	

При изучении закономерности изменения стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой мы использовали разработанный нами стенд, позволяющий исследовать характер деформации мембраны как в зависимости от ее диаметра и толщины, так и в зависимости от действующего одностороннего давления рабочей средой (патент № 205593) (Рисунок 3.8.) (Приложение Е) [185].



а.



б.

1 – остов; 2 – трещотка; 3 – микрометр; 4 – источник питания; 5 – сигнальная лампа; 6 – сливной вентиль; 7 – сосуд; 8 – патрубок; 9 – золотник; 10 – гибкий патрубок; 11 – поплавковая камера; 12 – обводной ролик; 13 – гибкая тяга; 14 – лебедка; 15 – мерная линейка; 16 – вентиль; 17 – сменный узел; 18 – мембрана; 19 – контакт; 20 – шток; 21 – шка-

1 – микрометрический глубиномер; 2 – сменный узел с мембраной; 3 – мерная линейка; 4 – поплавковая камера; 5 – сигнальная лампа.

ла; 22 – кронштейн; 23 – кронштейн.

а. – схема стенда для измерения стрелы прогиба мембраны; б. – стенд для измерения стрелы прогиба мембраны

Рисунок 3.8 - Измерение стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой

Исследование проводили следующим образом. Вращая трещотку 2, шток 20 микрометра 3 опускали в крайнее нижнее положение. Испытываемую мембрану 18 устанавливают в сменный узел 17 с параметрами, соответствующими диаметру и толщине мембраны 18, который затем устанавливали в дне сосуда 7, зафиксированного кронштейнами 23 на остова 1. Вращая трещотку 2, шток 20 микрометра 3 выдвигали вверх, до контакта штока 20 с установленным в центре мембраны 18 контактом 19, тем самым замыкая электрическую цепь: контакт 19 – шток 11 – источник питания 4 – сигнальная лампа 5. Сигнальная лампа 5 вспыхивает и вращение прекращали. По шкале 21 микрометра 3 фиксировали начальное положение мембраны 18, не подвергаемой давлению рабочей средой. Так как измерение стрелы прогиба мембраны 18 под давлением рабочей средой выполняли, повышая давление путем перемещения поплавковой камеры 11 с заданным шагом вверх, то для начала измерений вращая лебедку 14 отпускали гибкую тягу 13, которая, обкатываясь через обводной ролик 12, опускает поплавковую камеру 11 в крайнее нижнее положение. Поворачивая золотник 9, закрывали вентиль 16, а также закрывали вентиль 6 на сменном узле 17. Вращая трещотку 2, шток 20 микрометра 3 опускали в крайнее нижнее положение.

Стенд готов к проведению измерений стрелы прогиба мембраны 18 под воздействием давлением рабочей средой.

Поплавковую камеру 11 подключали к источнику рабочей среды. Рабочая среда заполняла гибкий патрубок 10 до золотника 9 вентиля 16 и поплавковую камеру 11 до заданного уровня. Установив верхний обрез мерной линейки 15 на уровне поверхности рабочей среды в поплавковой камере 11 и затем, вращая лебедку 14, увлекали гибкую тягу 13, которая, обкатываясь по обводному ролику 12, поднимали поплавковую камеру 11 на заданную высоту начала измерения стрелы прогиба мембраны 18, контролируемую по шкале мерной линейки 15 с

точностью $\pm 1,0$ мм. Поворачивая золотник 9, открывали вентиль 16. При этом рабочая среда через золотник 9 и патрубок 8 поступает в сосуд 7 и далее в сменный узел 17, создавая давление рабочей средой на мембрану 18, тем самым прогибая ее. Одновременно с источника рабочая среда поступает в поплавковую камеру 11, восстанавливая заданный уровень в ней. Вращая трещотку 2, шток 20 микрометра 3 выдвигали вверх, до контакта штока 20 с установленным в центре мембраны 18 контактом 19, тем самым замыкая электрическую цепь: контакт 19 – шток 20 – источник питания 4 – электролампочка 5. Лампочка вспыхивает и вращение прекращали. По шкале 21 микрометра 3 фиксировали положение мембраны 18, подвергаемой давлению рабочей средой, а по шкале мерной линейки 15 – высоту положения поверхности рабочей среды в поплавковой камере 11 над мембраной 18. Вращая трещотку 2, шток 20 микрометра 3 опускали в крайнее нижнее положение. Затем, вращая лебедку 14, увлекали гибкую тягу 13, которая, обкатываясь по обводному ролику 12, поднимает поплавковую камеру 11 на заданную высоту последующего измерения стрелы прогиба мембраны 18, контролируруемую по шкале мерной линейки 15. Одновременно с источника рабочая среда поступает в поплавковую камеру 11, восстанавливая заданный уровень в ней. Вращая трещотку 2, шток 20 микрометра 3 выдвигали вверх, до контакта штока 20 с установленным в центре мембраны 18 контактом 19. Электролампочка 5 вспыхивает и вращение прекращали. По шкале 21 микрометра 3 фиксировали положение мембраны 18. Вращая трещотку 2, шток 20 микрометра 3 опускали в крайнее нижнее положение.

Так поднимая поплавковую камеру 11 с заданным шагом до крайнего верхнего положения, измеряли стрелу прогиба мембраны под давлением рабочей средой.

Затем поплавковую камеру 11 отключали от источника рабочей среды, открывали вентиль 6 на сменном узле 17 и полностью сливали рабочую среду. Вращая лебедку 14, отпускали гибкую тягу 13, которая обкатываясь через обводной ролик 12, опускает поплавковую камеру 11 в крайнее нижнее положение. Поворачивая золотник 9, закрывали вентиль 16, а также закрывали вентиль 6 на сменном

узле 17. Вращая трещотку 2, шток 20 микрометра 3 опускали в крайнее нижнее положение. Исследованный сменный узел 17, с мембраной 18, заменяли на следующий, с другими параметрами, и измерение стрелы прогиба мембраны, под действием давления рабочей средой, повторяли.

По завершению поплавковую камеру 11 отключали от источника рабочей среды, открывали вентиль 6 на сменном узле 17 и полностью сливали рабочую среду. Вращая лебедку 14, отпускали гибкую тягу 13, которая обкатываясь через обводной ролик 12, опускает поплавковую камеру 11 в крайнее нижнее положение. Поворачивая золотник 9, закрывали вентиль 16, а также закрывали вентиль 6 на сменном узле 17. Вращая трещотку 2, шток 20 микрометра 3 опускали в крайнее нижнее положение. Исследованный сменный узел 17 с мембраной 18 отсоединяли от емкости 7.

Изменение положения поверхности жидкости в поплавковой камере относительно мембраны осуществляли в соответствии с матрицей эксперимента. При этом высоту подъема поплавковой камеры определяли согласно таблице 3,7 и матрице планирования эксперимента (Таблица 3.8) по уравнению:

$$H = \frac{P}{\gamma}, \quad (3.2)$$

где P – давление рабочей средой, Па;

H - высота положения поверхности рабочей среды в поплавковой камере над мембраной, м;

γ – удельный вес рабочей среды, Н/м³.

Удельный вес рабочей жидкости 9780 Н/м³.

Стрелу прогиба мембраны фиксировали по шкале микрометра с точностью $\pm 0,01$ мм. Высоту подъема поплавковой камеры контролировали пол шкале мерной линейки с точностью $\pm 1,0$ мм.

Измерение повторяли трехкратно. Анализ результатов измерения стрелы прогиба мембраны выполняли с использованием программы Excel и стандартных методов статистической обработки [170...173, 175...183]. Оценку адекватности теоретических уравнений, полученных в результате математического моделиро-

вания рабочего процесса, и уравнений, полученных на основе экспериментальных исследований, оценивали по F-критерию Фишера [170...173].

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Результаты экспериментальных исследований взаимодействия магнита и геркона

Для эксперимента, на основании предварительно проведенных теоретических исследований, нами были отобраны неодимовые магниты (Неодим-железо-бор (NdFeB)) размером $2 \times 2 \times 2$, $4 \times 4 \times 4$ и $6 \times 6 \times 6$ мм и герконы КЭМ-2 группы Б (МДС срабатывания 21-42 А).

При составлении эмпирического уравнения зависимости расстояния между магнитом и герконом в момент замыкания контактов геркона из серии полученных данных в расчет брали минимальное их значение (Приложение Ж).

Уравнение взаимосвязи указанных параметров в момент замыкания контактов при сближении магнита и геркона имеет вид:

$$y_1 = 0,3266x^2 + 1,8862x - 1,4516, \quad (4.1)$$

где y_1 – расстояние между герконом и магнитом в момент замыкания контактов геркона, мм;

x – размер стороны равностороннего магнита, мм.

А уравнение взаимосвязи указанных параметров в момент размыкания контактов при удалении магнита и геркона друг от друга, которое формировали на базе максимальных значений результатов измерений, имеет вид:

$$y_2 = 0,4179x^2 + 3,1761x - 2,672, \quad (4.2)$$

где y_2 – расстояние между герконом и магнитом в момент размыкания контактов геркона, мм.

Как свидетельствует анализ расчетов, выполненных по уравнению (4.1), и расчетов, выполненных на базе уравнения (2.4), характеризующего зависимость магнитодвижущей силы на герконе от удаления от него магнита (Таблица 4.1), значение расстояния между магнитом и герконом в момент замыкания контактов

геркона при их сближении, полученное экспериментально, превышает этот параметр, полученный расчетным путем.

Таблица 4.1 – значение расстояния между магнитом и герконом в момент замыкания контактов, полученных расчетным и экспериментальным путем.

Параметр	Размер стороны магнита, мм.		
	2,0	4,0	6,0
Расчетное значение расстояния, мм	3,61	11,20	21,54
Экспериментальные данные, мм	3,65	11,38	21,62

Анализ расчетов, выполненных по уравнению (4.2), и расчетов, выполненных на базе уравнения (2.4), характеризующего зависимость магнитодвижущей силы на герконе от удаления от него магнита (Таблица 4.2), показал, что значение расстояния между магнитом и герконом в момент размыкания контактов геркона при их удалении друг от друга, полученное опытным путем, меньше этого параметра, полученного расчетом по уравнению (2.4).

Таблица 4.2 – значение расстояния между магнитом и герконом в момент размыкания контактов, полученных расчетным и экспериментальным путем.

Параметр	Размер стороны магнита, мм.		
	2,0	4,0	6,0
Расчетное значение расстояния, мм	5,68	17,12	32,42
Экспериментальные данные, мм	5,43	16,66	31,33

Графическая интерпретация эмпирических уравнений регрессии (4.1) и (4.2), а также теоретических исследований процесса взаимодействия геркона и магнита приведена на рисунке 4.1.

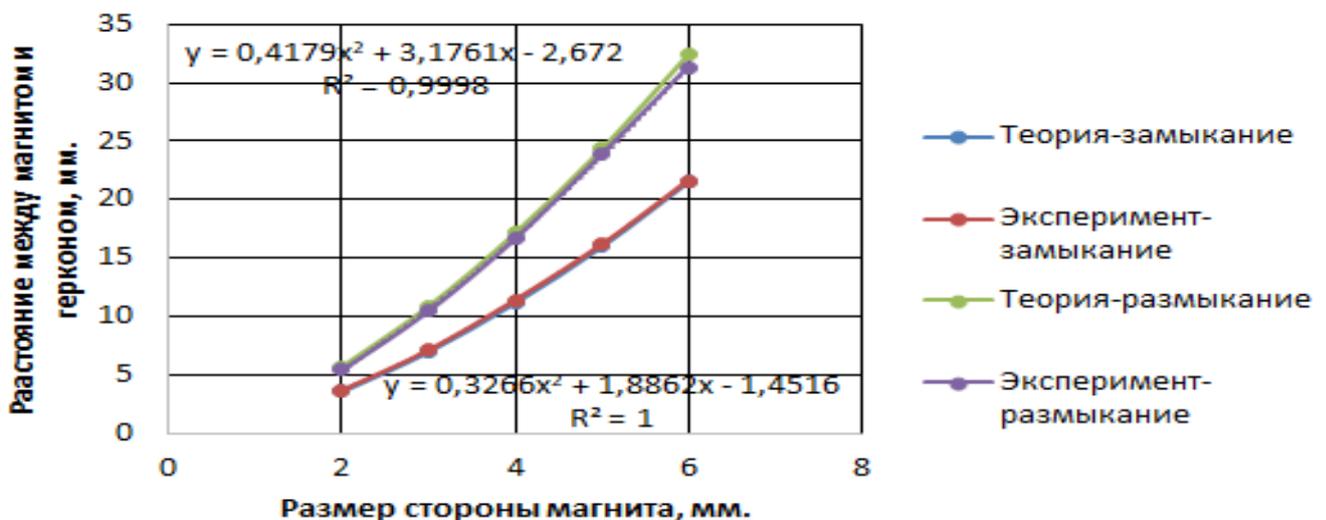


Рисунок 4.1 – Характеристика зависимости расстояния между магнитом и герконом в момент замыкания-размыкания контактов геркона

Процент отклонения в большую сторону экспериментально изучаемого параметра по отношению к его расчетному значению в режиме замыкания контактов геркона варьирует в интервале 0,37...1,6%, а процент отклонения в меньшую сторону экспериментально изучаемого параметра по отношению к его расчетному значению в режиме размыкания контактов геркона варьирует в интервале 2,76...4,60%.

Этим подтверждается возможность использования для расчета магнитодвижущей силы магнита уравнения (2.4), и на ее основе, используя характеристики магнита и геркона, устанавливать максимально допустимое удаление магнита от геркона в момент замыкания его контактов, и минимально допустимое удаление магнита от геркона в момент размыкания, чем обеспечивать надежность включения соответствующего режима работы доильного аппарата.

Так при использовании неодимового магниты (Неодим-железо-бор (NdFeB)) размером 4×4×4 и геркона КЭМ-2 группы Б (МДС срабатывания 21-42 А), максимально допустимое удаление магнита от геркона составляет 11,2 мм, а в момент размыкания – удаление магнита от геркона должно составлять не менее 17,12 мм.

В то же время, при использовании магнита размером 6×6×6 расстояние должно составлять 21,54 и 32,42 мм соответственно.

4.2. Результаты исследований зависимости расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через калиброванный канал

Исследование зависимости расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через калиброванный канал проводили с использованием разработанного нами стенда (Патент №2727358), описание которого приведено выше [174] (Приложение Г). Обработка данных, полученных в результате выполнения двухфакторного эксперимента, позволила получить эмпирическое уравнение, представляющее характер зависимости интенсивности потока истекающей через калиброванный канал жидкости от напора истечения и диаметра вы-

емки в подвижном патрубке (Приложение 3). Ниже приведена эта зависимость в кодированном виде:

$$Y_3 = 0,037294103 + 0,029066059x_1 + 0,029796381x_2 + 0,025539755x_1x_2 + 0,007266515x_1^2 - 0,012342065x_2^2, \quad (4.3)$$

где Y_3 - интенсивность потока истекающей через калиброванный канал жидкости, л/мин.;

x_1 - диаметр выемки в подвижном патрубке, мм;

x_2 - перепад давлений между молоколовушкой и молокоприемной камерой коллектора в номинальном режиме доения, кПа.

Раскодировав факторы, оказывающие влияние на параметр оптимизации и подставив их в уравнение (4.3) получим аналитическое уравнение вида:

$$Q_k = 0.017169109 - 0.051079512d_k + 0.00045335342P_{ds} + 0.00680889868P_{ds}d_k + 0,02906606d_k^2 - 0.00021930479P_{ds}^2, \quad (4.4)$$

где Q_k - интенсивность потока истекающей через калиброванный канал жидкости, л/мин.;

P_{ds} - перепад давлений между молоколовушкой и молокоприемной камерой коллектора в стимулирующем режиме доения, кПа.

Графическая интерпретация данной зависимости приведена на рисунке 4.2.

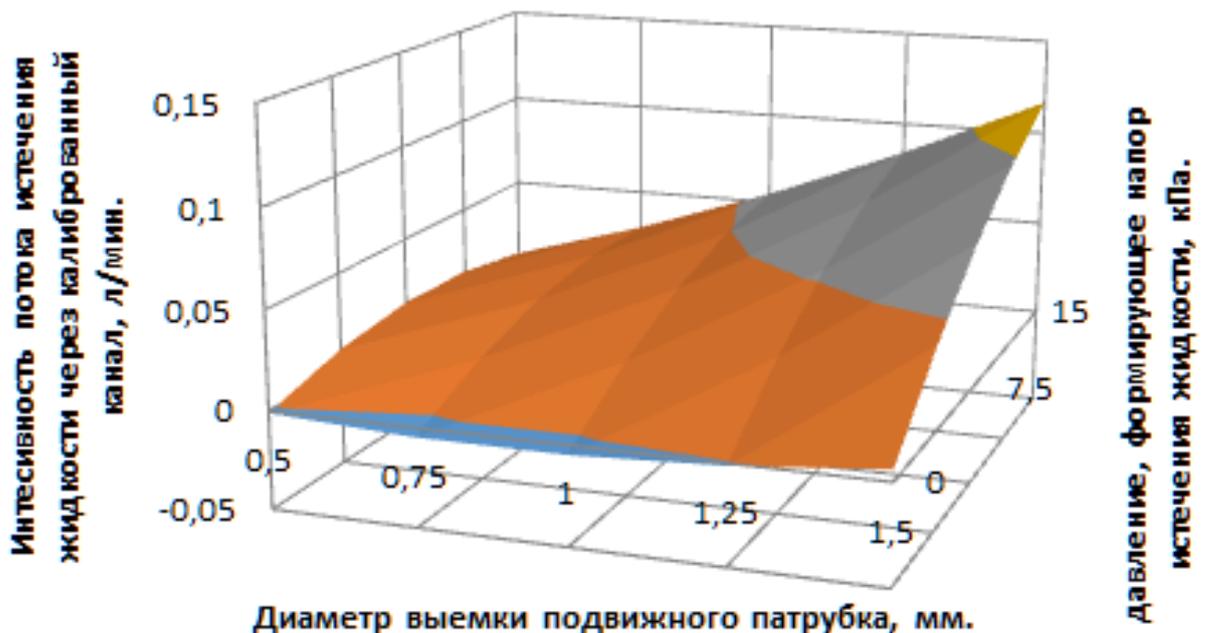


Рисунок 4.2 – Характеристика зависимости интенсивности потока истекающей через калиброванный канал жидкости от напора истечения и диаметра выемки в подвижном патрубке.

Адекватность теоретических и эмпирических моделей, описывающих взаимосвязь интенсивности потока жидкости, перепада давлений между молоколовушкой и молокоприемной камерой коллектора, и диаметра сливного калиброванного канала, оценивали по F – критерию Фишера (Приложение 3) [170...173].

Сравнивали результаты расчетов по теоретическому уравнению (2.74), и результаты экспериментальных исследований процесса истечения жидкости через калиброванный канал, описываемых эмпирическим уравнением (4.4), обосновывающими значение диаметра выемки в подвижном патрубке, при котором обеспечивается интенсивность истечения потока молока 50,0...60,0 мл/мин при доении в стимулирующем режиме вакуумметрическим давлением 33,0 кПа. При табличном значении 4,63, его фактическое значение равно 1,12. Поэтому мы можем сказать, что при увеличении диаметра выемки в подвижном патрубке с 0,5 мм до 1,5 мм и увеличении напора истечения молока с 0,0 до 15 кПа, интенсивность потока молока возрастает от 0 до 0,116 л/мин.

Для обеспечения интенсивности потока истечения жидкости из молоколовушки коллектора 50,0...60,0 мл/мин при перепаде давлений в молоколовушке и молокоприемной камере коллектора $15,0 \pm 0,1$ кПа, диаметр выемки в подвижном патрубке, образующей калиброванный канал, должен быть равен $1,0 \pm 0,1$ мм.

4.3. Результаты исследований зависимости расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через щель, образуемую посадочным гнездом и стержнем при его перемещении вверх

Исследование зависимости расхода жидкости из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора через щель, образуемую посадочным гнездом и стержнем при его перемещении вверх штоком микрометра проводили с использованием разработанного нами стенда (Патент №2727358) (Приложение Г), описание которого приведено выше (Рисунок 3.6.) [174].

Обработка с использованием программы Excel данных, полученных в результате выполнения двухфакторного эксперимента, позволила получить эмпирическое уравнение, представляющее характер зависимости интенсивности потока истекающей через щель жидкости от напора истечения и высоты щели при приня-

том нами внутреннем диаметре подвижного патрубка и диаметре меньшего отверстия конического посадочного гнезда в дне молоколовушки $8,0 \pm 0,1$ мм (Приложение И). Ниже приведена эта зависимость в кодированном виде:

$$Y_4 = 1,4555 + 1,3393x_3 + 0,6959x_4 + 0,6956x_3x_4 + 0,0017x_3^2 - 0,177x_4^2, \quad (4.5)$$

где Y_4 – интенсивность потока жидкости, истекающей через щель, л/мин.;

x_3 – высота щели, мм;

x_4 – давление, создаваемое столбом жидкости, кПа.

Раскодировав факторы, оказывающие влияние на параметр оптимизации и подставив их в уравнение (4.5) получим аналитическое уравнение вида:

$$Q_n = -0,05938 + 0,64026h_{pn1} + 0,14172P_{dn1} + 0,27824P_{dn1}h_{pn1} + 0,0017h_{pn1}^2 - 0,02832P_{dn1}^2 \quad (4.6)$$

где Q_n – интенсивность потока истекающей через щель жидкости, л/мин.;

P_{dn1} – перепад давлений между молоколовушкой и молокоприемной камерой коллектора в номинальном режиме доения, кПа;

h_{pn1} – высота щели, мм.

Графическая интерпретация данной зависимости приведена на рисунке 4.3.

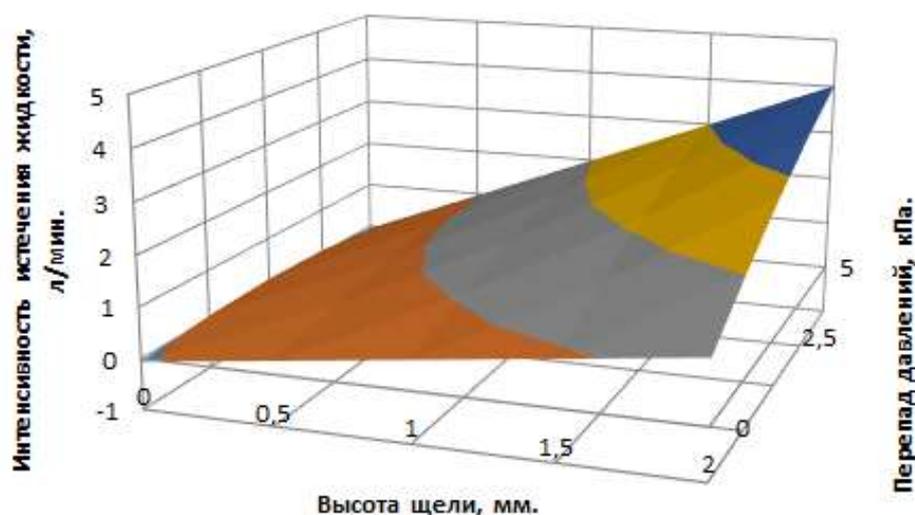


Рисунок 4.3 – Характеристика зависимости интенсивности потока истекающей через щель жидкости от напора истечения и высоты щели.

Адекватность теоретических и эмпирических моделей, описывающих взаимосвязь между интенсивностью потока жидкости, перепадом давлений между мо-

локоловушкой и молокоприемной камерой коллектора, и высотой щели, оценивали по F – критерию Фишера (Приложение И) [170...173].

Результаты расчетов по теоретическим уравнениям (2.91) и (2.95) сравнивали с результатами экспериментальных исследований процесса истечения жидкости через щель, описываемых эмпирическим уравнением (4.6), обосновывающими значение высоты щели, при которой обеспечивается интенсивность истечения потока молока до 2,0 л/мин при доении в номинальном режиме вакуумметрическим давлением 43,0...48,0 кПа. При табличном значении 3,11, его фактическое значение равно 1,27. Этим доказано, что при увеличении щели от 0,0 до 2,0 мм и напора истечения молока из молоколовушки датчика потока молока в молокоприемную камеру коллектора от 0,0 до 5,0 кПа интенсивность потока истекаемого молока возрастает от 0 до 4,01 л/мин.

Для обеспечения интенсивности потока истечения жидкости из молоколовушки $2,0 \pm 0,1$ л/мин при перепаде давлений в молоколовушке и молокоприемной камере коллектора $1,25 \pm 0,1$ кПа и внутреннем диаметре подвижного патрубка, а также диаметре меньшего отверстия конического посадочного гнезда в дне молоколовушки $8,0 \pm 0,1$ мм, высота щели, образуемой нижним обрезом подвижного патрубка и коническим посадочным гнездом, должна быть равной $1,94 \pm 0,1$ мм.

4.4. Результаты исследований изменения вакуумметрического давления в патрубке, которым молоколовушка соединена с подсосковой камерой доильного стакана

Как свидетельствует анализ уравнения 2.75, для установления в подсосковой камере доильного стакана заданного стимулирующего вакуумметрического давления P_{st} важным является найти правильное соотношение диаметров выемки d_k в подвижном патрубке, формирующего канал для истечения молока из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора, и калиброванного отверстия d_{otv} в патрубке для подсоса воздуха из атмосферы, сообщаемом молоколовушку с подсосковой камерой доильного стакана. Для этого использовали разработанный нами стенд (Патент №2727358) (Приложение Г) [174]. Изучали закономерность

изменения вакуумметрического давления в патрубке 10, сообщаемом с подсосковой камерой доильного стакана, в зависимости от конструктивных параметров посадочного гнезда 4, стержня 6 с выемкой 21 и калиброванного отверстия 13, контролируемого датчиком давления 8 (Рисунок 3.7.). Для этого, в соответствии с матрицей планирования эксперимента в молоколовушку 5 устанавливали исследуемые стержни 6 с выемкой 21, а в патрубке 10 вставляли исследуемые сменный жиклеры 12 с изменяемыми параметрами калиброванного отверстия 13 для подсоса воздуха из атмосферы.

Обработку материалов исследований, полученных в результате выполнения двухфакторного эксперимента, вели с использованием программы Excel, что позволило получить эмпирическое уравнение, представляющее собой характер зависимости вакуумметрического давления в патрубке, а равно в молоколовушке молоколовушки и в подсосковой камере доильного стакана, от диаметра выемки в исследуемом стержне и диаметра калиброванного отверстия жиклера (Приложение К). В кодированном виде эта зависимость имеет вид:

$$Y_5 = 63,27078 - 11,7662x_5 + 10,46917x_6 - 6,03725x_5x_6 + 4,65683x_5^2 - 0,19517x_6^2, \quad (4.7)$$

где Y_5 – вакуумметрическое давление, кПа;

x_5 – диаметр выемки в стержне, мм;

x_6 – диаметр калиброванного отверстия жиклера, мм.

Раскодировав факторы, оказывающие влияние на параметр оптимизации и подставив их в уравнение (4.7) получим аналитическое уравнение вида:

$$P_{exp} = 56,6659175 - 49,8930625d_k + 132,690725d_{otv} - 75,465625d_kd_{otv} + 29,1051875d_k^2 - 4,87925d_{otv}^2, \quad (4.8)$$

где P_{exp} – абсолютное давление в патрубке, кПа;

d_k – диаметр выемки в стержне, мм;

d_{otv} – диаметр калиброванного отверстия жиклера, мм.

Графическая интерпретация данной зависимости приведена на рисунке 4.4.

Адекватность теоретических и эмпирических моделей, описывающих зависимость абсолютного давления в патрубке от диаметров выемки в стержне и калиброванного отверстия жиклера, оценивали по F – критерию Фишера (Приложение К) [170...173].

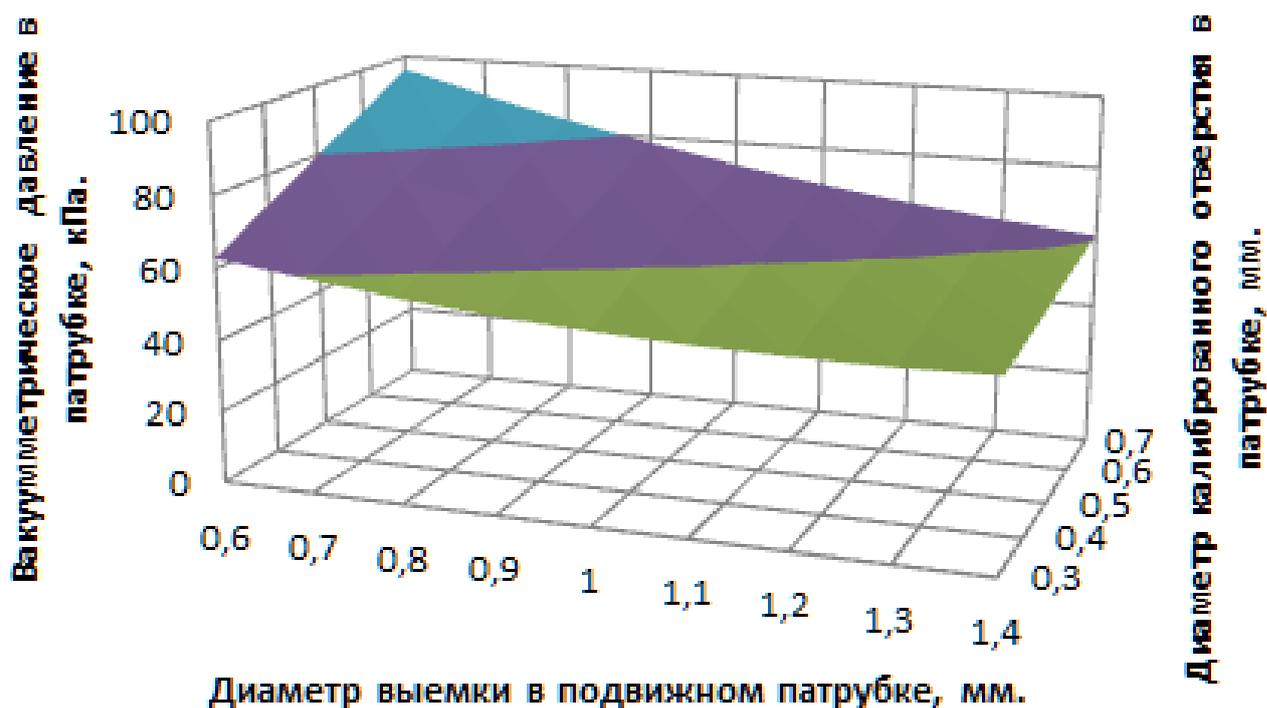


Рисунок 4.4 – Характеристика зависимости абсолютного давления в патрубке от диаметра выемки в стержне и диаметра калиброванного отверстия жиклера.

Сравнивали результаты расчетов по теоретическим уравнениям (2.75) и (2.80), и результаты экспериментальных исследований, описываемых эмпирическим уравнением (4.8), обосновывающими значение диаметров выемки в стержне и калиброванного отверстия жиклера. При табличном значении 3,13, его фактическое значение равно 1,05. Этим доказано, что при увеличении диаметра выемки в подвижном патрубке с 0,6 мм до 1,4 мм и уменьшении диаметра калиброванного канала в патрубке с 0,7 мм до 0,3 мм абсолютное давление в патрубке уменьшается с 96,00 кПа до 51,53 кПа.

Для обеспечения вакуумметрического давления в патрубке, а равно в молоколовушке и в подсосковой камере доильного стакана, равного $33,0 \pm 0,1$ кПа, в стимулирующем режиме доения, при диаметре выемки в подвижном патрубке $1,0 \pm 0,1$ мм и номинальном вакуумметрическом давлении в молокоприемной камере коллектора $48,0 \pm 0,1$ кПа, диаметр калиброванного отверстия жиклера должен быть не менее $0,58 \pm 0,01$ мм.

4.5. Результаты исследований изменения стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой

Представляется весьма важным определить параметры мембраны, при которых, в результате прогиба мембраны под воздействием перепада давления на ней, обеспечивается образование щели заданной высоты для истечения молока из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора в процессе доения коровы с максимальной интенсивностью молокоотдачи. При изучении закономерности изменения стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой мы использовали разработанный нами стенд, позволяющий изучить характер деформации мембраны как в зависимости от ее диаметра и толщины, так и в зависимости от действующего одностороннего давления рабочей средой (Приложение Е) [185].

Обработку материалов исследований, полученных в результате выполнения трехфакторного эксперимента, вели с использованием программы Excel, что позволило получить эмпирическое уравнение, выражающее зависимость стрелы прогиба мембраны от ее диаметра, толщины, а также перепада давления на ней (Приложение Л).

В кодированном виде эта зависимость имеет вид:

$$Y_6 = 2,211325 + 0,659225x_7 - 0,17121x_8 + 1,768414x_9 - 0,0525x_7x_8 + 0,6125x_7x_9 - 0,16x_8x_9 - 0,0525x_7x_8x_9 - 0,14255x_7^2 - 0,14255x_8^2 - 0,89397x_9^2 \quad (4.9)$$

где Y_6 – стрела прогиба мембраны, мм;

x_7 – диаметр мембраны, мм;

x_8 – толщина мембраны, мм;

x_9 – давление, кПа.

Раскодировав факторы, оказывающие влияние на параметр оптимизации и подставив их в уравнение (4.9) получим аналитическое уравнение вида:

$$\omega = -5,15472 + 0,118713D_m + 2,63638\delta + 0,362542\Delta p + 0,0329D_m\Delta p + 0,04\delta\Delta p - 0,0042D_m\delta\Delta p - 0,0014255D_m^2 - 0,5702\delta^2 - 0,1430352\Delta p^2 \quad (4.10)$$

где ω – стрела прогиба мембраны, мм;

D_m – диаметр мембраны, мм;

δ – толщина мембраны, мм;

Δp – давление, кПа.

Достоверность теоретических уравнений (2.105) и (2.108), характеризующих зависимость стрелы прогиба мембраны от ее конструктивно-режимных параметров, а также параметров мембраны от ее условий эксплуатации, определяющих давление на мембрану, подтверждается полученными экспериментальными данными. Оценкой по принятому нами F-критерию Фишера установлена их адекватность (Приложение Л). При его табличном значении 2,28, фактическое значение составляет 1,04.

Поверхности отклика по данному эксперименту можно представить, зафиксировав на нулевом уровне один из трех факторов. Схема принятой фиксации представлена в таблице 4.3 [182, 183].

Таблица 4.3 - Матрица фиксирования факторов на нулевом уровне.

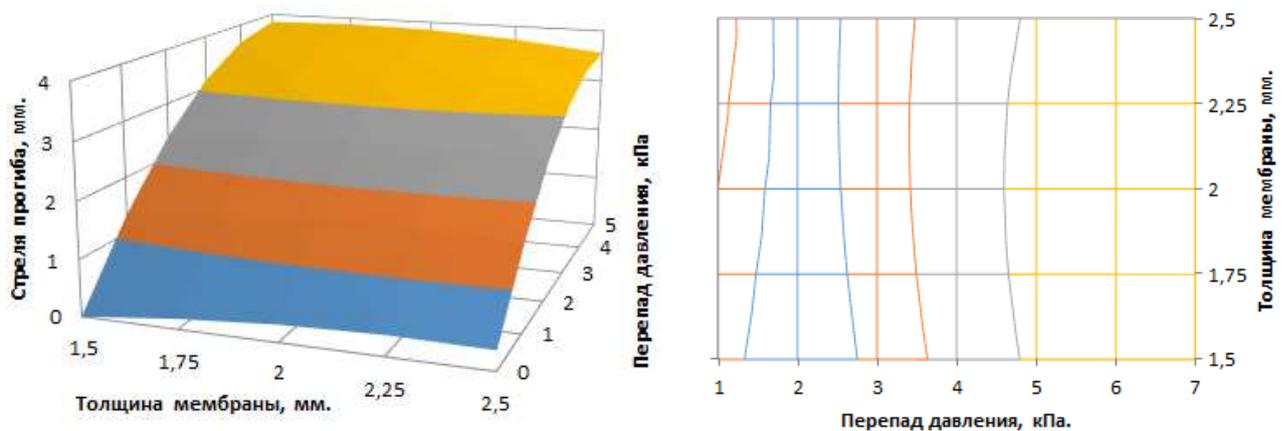
№	ФАКТОРЫ		
	D_m	δ	Δp
1.	0	+	+
2.	+	0	+
3.	+	+	0

Для первого варианта согласно таблице 4.3 $D_m = 40$ мм.

С учетом данного ограничения уравнение регрессии (4.10) приобретает вид:

$$\omega = -2,687 + 2,63638\delta + 1,678542\Delta p - 0,128\delta\Delta p - 0,5702\delta^2 - 0,1430352\Delta p^2 \quad (4.11)$$

Поверхность отклика данного уравнения регрессии и ее сечение приведено на рисунке 4.5.



а.

б.

Рисунок 4.5 - Поверхность отклика (а.) и ее сечение (б.) варьирования толщины мембраны и перепада давления на мембране

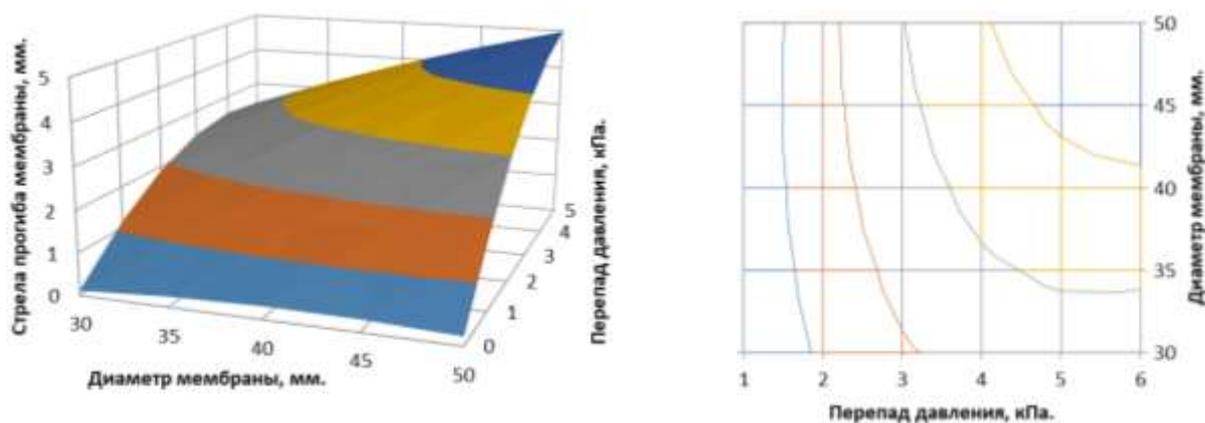
Для второго варианта согласно таблице 4.3 $\delta = 2,0$ мм.

С учетом данного ограничения уравнение регрессии (4.10) приобретает вид:

(4.12)

$$\omega = -2,16276 + 0,118713D_m + 0,442542\Delta p + 0,0245D_m\Delta p - 0,0014255D_m^2 - 0,1430352\Delta p^2.$$

Поверхность отклика данного уравнения регрессии и ее сечение приведено на рисунке 4.6.



а.

б.

Рисунок 4.6 - Поверхность отклика (а.) и ее сечение (б.) варьирования диаметра мембраны и перепада давления на мембране
Для третьего варианта согласно таблице 4.3 $\Delta p = 2,5$ кПа.

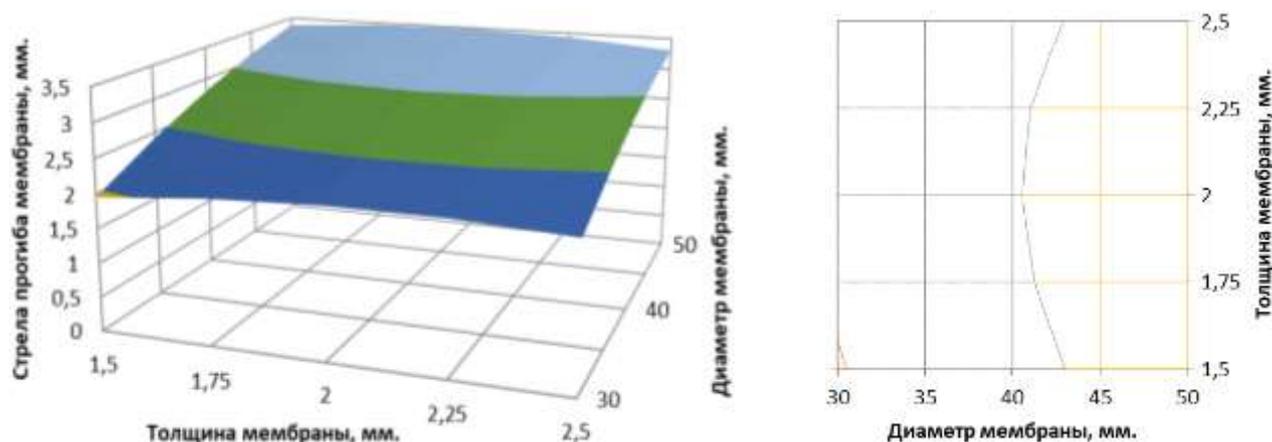
С учетом данного ограничения уравнение регрессии (4.10) приобретает вид:

$$\omega = -5,142335 + 0,200963D_m + 2,73638\delta - 0,0105D_m\delta -$$

$$0,0014255D_m^2 - 0,5702\delta^2.$$

(4.13)

Поверхность отклика данного уравнения регрессии и ее сечение приведено на рисунке 4.7.



а.

б.

Рисунок 4.7 - Поверхность отклика (а.) и ее сечение (б.) варьирования диаметра и толщины мембраны

Как свидетельствует анализ математических моделей деформации мембраны, описываемых уравнениями (2.105) и (2.108), а также эмпирических уравнений (4.10), (4.11), (4.12) и (4.13), стрела прогиба мембраны при варьировании ее диаметра, толщины, и одностороннего давления, изменяется в достаточно широких пределах. Так, при увеличении диаметра мембраны с $30,0 \pm 0,1$ до $50,0 \pm 0,1$ мм, увеличении перепада давления на мембране от 0 до $5,0 \pm$ кПа и уменьшении толщины мембраны с $2,5 \pm 0,1$ мм до $1,5 \pm 0,1$ мм, стрела прогиба увеличивается от 0 до $5,07 \pm 0,1$ мм.

Стрела прогиба мембраны, равная $0,97 \pm 0,1$ мм, при которой обеспечивается образование щели между нижним обрезом подвижного патрубка и дном молоколовушки высотой $1,94 \pm 0,1$ мм для обеспечения интенсивности потока истечения жидкости из молоколовушки коллектора $2,0 \pm 0,1$ л/мин и внутреннем диаметре подвижного патрубка, а также диаметре меньшего отверстия конического посадочного гнезда в дне молоколовушки $8,0 \pm 0,1$ мм, может быть достигнута при диаметре мембраны $48,0 \pm 0,1$ мм, ее толщине - $2,0 \pm 0,1$ мм и одностороннем давлении на мембрану $0,46 \pm 0,1$ кПа.

Выводы

1. Как свидетельствует анализ расчетов, выполненных по уравнению (4.1), и расчетов, выполненных на базе уравнения (2.4), характеризующего зависимость магнитодвижущей силы на герконе от удаления от него магнита, значение расстояния между магнитом и герконом в момент замыкания контактов геркона при их сближении, полученное экспериментально, превышает этот параметр, полученный расчетным путем, а значение расстояния между магнитом и герконом в момент размыкания контактов геркона при их удалении друг от друга, полученное опытным путем, меньше этого параметра, полученного расчетом по уравнению (2.4). Процент отклонения в большую сторону экспериментально изучаемого параметра по отношению к его расчетному значению в режиме замыкания контактов геркона варьирует в интервале $0,37 \dots 1,6\%$, а процент отклонения в меньшую сторону экспериментально изучаемого параметра по отношению к его расчетному значению в режиме размыкания контактов геркона варьирует в интервале

2,76...4,60%. Этим подтверждается возможность использования для расчета магнитодвижущей силы магнита уравнения (2.4), и на ее основе, используя характеристики магнита и геркона, устанавливать максимально допустимое удаление магнита от геркона в момент замыкания его контактов, и минимально допустимое удаление магнита от геркона в момент размыкания, тем самым обеспечивая надежность переключения режимов доения коровы в зависимости от интенсивности потока молока.

Так при использовании неодимового магниты (Неодим-железо-бор (NdFeB)) размером $4 \times 4 \times 4$ и геркона КЭМ-2 группы Б (МДС срабатывания 21-42 А), максимально допустимое удаление магнита от геркона составляет 11,2 мм, а в момент размыкания – удаление магнита от геркона должно составлять не менее 17,12 мм.

В то же время, при использовании магнита размером $6 \times 6 \times 6$ расстояние должно составлять 21,54 и 32,42 мм соответственно.

2. Экспериментальными исследованиями установлено, что при увеличении диаметра выемки в подвижном патрубке с 0,5 мм до 1,5 мм и увеличении напора истечения молока с 0,0 до 15,0 кПа интенсивность потока молока возрастает от 0 до 0,116 л/мин. Оценку адекватности теоретического уравнения (2.74) и эмпирического уравнения (4.4), обосновывающими значение диаметра выемки в подвижном патрубке, проводили с использованием F-критерия Фишера. При табличном значении 4,63, его фактическое значение равно 1,12. Поэтому мы можем констатировать, что для обеспечения интенсивности потока истечения жидкости из молоколовушки датчика потока молока 50,0...60,0 мл/мин при перепаде давлений в молоколовушке и молокоприемной камере коллектора $15,0 \pm 0,1$ кПа, диаметр выемки в подвижном патрубке, образующей калиброванный канал, должен быть равен $1,0 \pm 0,1$ мм.

3. Сравнением результатов расчетов по теоретическим уравнениям (2.91) и (2.95), и результатов экспериментальных исследований процесса истечения жидкости через щель, описываемых эмпирическим уравнением (4.6), обосновывающими значение высоты щели, при которой обеспечивается интенсивность истечения потока молока до 2,0 л/мин при доении в номинальном режиме вакуумметри-

ческим давлением 43,0...48,0 кПа, доказана их адекватность. При табличном значении F – критерия Фишера 3,11, его фактическое значение равно 1,27. Этим доказано, что при увеличении щели от 0,0 до 2,0 мм и напора истечения молока из молоколовушки датчика потока молока в молокоприемную камеру коллектора от 0,0 до 5,0 кПа интенсивность потока истекаемого молока возрастает от 0 до 4,01 л/мин. Для обеспечения интенсивности потока истечения жидкости из молоколовушки коллектора $2,0 \pm 0,1$ л/мин при перепаде давлений в молоколовушке и молокоприемной камере коллектора $1,25 \pm 0,1$ кПа и внутреннем диаметре подвижного патрубка, а также диаметре меньшего отверстия конического посадочного гнезда в дне молоколовушки $8,0 \pm 0,1$ мм, высота щели, образуемой нижним обрезом подвижного патрубка и коническим посадочным гнездом, должна быть равной $1,94 \pm 0,1$ мм.

4. Установлено, что при увеличении диаметра выемки в подвижном патрубке с 0,6 мм до 1,4 мм и уменьшении диаметра калиброванного канала в патрубке с 0,7 мм до 0,3 мм абсолютное давление в патрубке уменьшается с 96,00 кПа до 51,53 кПа. Доказано, что для обеспечения вакуумметрического давления в патрубке, а равно в молоколовушке и в подсосковой камере доильного стакана, равного $33,0 \pm 0,1$ кПа, в стимулирующем режиме доения, при диаметре выемки в подвижном патрубке $1,0 \pm 0,1$ мм и номинальном вакуумметрическом давлении в молокоприемной камере коллектора $48,0 \pm 0,1$ кПа, диаметр калиброванного отверстия жиклера должен быть не менее $0,58 \pm 0,01$ мм.

5. Достоверность теоретических уравнений (2.109) и (2.112), характеризующих зависимость стрелы прогиба мембраны от ее конструктивно-режимных параметров, а также параметров мембраны от ее условий эксплуатации, определяющих давление на мембрану, подтверждается полученными экспериментальными данными. Оценкой по принятому нами F -критерию Фишера установлена их адекватность. При его табличном значении 2,28, фактическое значение составляет 1,04. Как свидетельствует анализ математических моделей деформации мембраны, описываемых уравнениями (2.109) и (2.112), а также эмпирических уравнений (4.10), (4.11), (4.12) и (4.13), стрела прогиба мембраны при варьировании ее диа-

метра, толщины, и одностороннего давления, изменяется в достаточно широких пределах. Так, при увеличении диаметра мембраны с $30,0 \pm 0,1$ до $50,0 \pm 0,1$ мм, увеличении перепада давления на мембране от 0 до $5,0 \pm$ кПа и уменьшении толщины мембраны с $2,5 \pm 0,1$ мм до $1,5 \pm 0,1$ мм, стрела прогиба увеличивается от 0 до $5,07 \pm 0,1$ мм. Стрела прогиба мембраны, равная $0,97 \pm 0,1$ мм, при которой обеспечивается образование щели между нижним обрезом подвижного патрубка и дном молоколовушки высотой $1,94 \pm 0,1$ мм для обеспечения интенсивности потока истечения жидкости из молоколовушки коллектора $2,0 \pm 0,1$ л/мин и внутреннем диаметре подвижного патрубка, а также диаметре меньшего отверстия конического посадочного гнезда в дне молоколовушки $8,0 \pm 0,1$ мм, может быть достигнута при диаметре мембраны $48,0 \pm 0,1$ мм, ее толщине - $2,0 \pm 0,1$ мм и одностороннем давлении на мембрану $0,46 \pm 0,1$ кПа.

6. Исходя из теоретических и экспериментальных исследований, из которых следует, что при использовании неодимового магнита (Неодим-железо-бор (*NdFeB*)) размером $4 \times 4 \times 4$ мм и геркона КЭМ-2 группы Б типа *SPST-NO* (*Single Pole, Single Throw Normally Open*, то есть «один полюс, один канал») – обычный выключатель, в котором два контакта нормально разомкнуты, МДС срабатывания $21-42$ А, весе поплавка $0,11$ Н, весе магнита $0,02$ Н и весе подвижного патрубка $0,02$ Н, наружном и внутреннем диаметре поплавка соответственно $0,043$ и $0,013$ м, глубине погружения поплавка $0,011$ м. минимально допустимое расстояние от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при крайнем нижнем его положении, равное $25,6$ мм, может быть при удалении геркона в противоположном направлении от направления всплытия поплавка – $11,2$ мм; для обеспечения интенсивности потока истечения жидкости из молоколовушки коллектора $2,0 \pm 0,1$ л/мин при перепаде давлений в молоколовушке и молокоприемной камере коллектора $1,25 \pm 0,1$ кПа и внутреннем диаметре подвижного патрубка, а также диаметре меньшего отверстия конического посадочного гнезда в дне молоколовушки $8,0 \pm 0,1$ мм, высота щели, образуемой нижним обрезом подвижного патрубка и коническим посадочным гнездом, должна быть равной $1,94 \pm 0,1$ мм; для поддержания заданного вакуумметрического давления в доильном стакане размер ка-

либрованной щели между верхним обрезом подвижного патрубка и мембраной должен быть равен 0,07 мм, а высота буртика и части подвижного патрубка выше буртика - 5 мм, минимально допустимая глубина молоколовушки, должна быть равна 31,54 мм.

5. ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПОЧЕТВЕРТНОГО АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

5.1. Условия хозяйственных испытаний

Хозяйственные испытания разработанного нами почетвертного адаптивного доильного аппарата проводили с целью оценки факторов и установления степени их влияния на функциональные свойства вымени животного, и на заболеваемость маститом, сравнивая их с показателями доильного аппарата АДУ-1-03. Опыт был заложен на молочной ферме индивидуального предпринимателя Главы крестьянского (фермерского) хозяйства Карташова Федора Ивановича (Белгородская область на коровах со средней продуктивностью 6328,4 кг молока.

Особенность испытуемых доильных аппаратов – применение в конструкции коллектора четырех поплавковых датчиков потока молока, осуществляющих коммутацию воздушных потоков в системе управления вакуумным режимом доения в зависимости от интенсивности потока молока, выводимого из соска вымени коровы (Рис. 5.1) (Приложение А), (Приложение Б) [125...128].

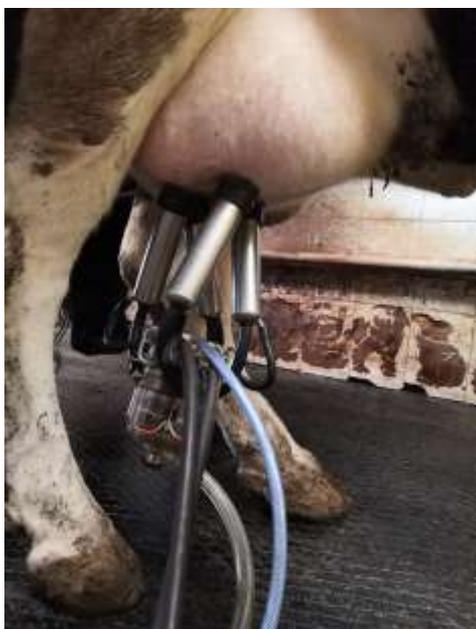


Рис. 5.1. Общий вид доильного аппарата с почетвертной адаптацией режима доения

Синхронизацией вакуумного режима в камерах доильного стакана создаются благоприятные условия для работы сосковой резины и наиболее приемлемые способы воздействия на сосок, способствующие созданию физиологически приемле-

мых для эффективного извлечения молока и в то же время защиту соска от вредного воздействия вакуумметрического давления.

5.2. Методика испытания

Экспериментальный доильный аппарат с почетвертной адаптацией режима доения коров оценивали, сравнивая полученные данные, характеризующие процесс воздействия на молочную железу коровы, с идентичными данными, полученными в результате использования при доении опытной группы коров базовым доильным аппаратом, обладающим сходными с экспериментальным параметрами - доильного аппарата АДУ-1-03, используемого в хозяйстве.

Для опыта применяли метод ускоренной оценки доильных аппаратов, предусматривающий проведение исследований в течение 90 суток. Сравнивались разовый удой коров и параметры молоковыведения в отобранных для опыта двух группах по 9 голов коров-аналогов [186...188]. Животных отбирали согласно зоотехническим требованиям их пригодности к машинному доению как по морфологическим признакам вымени, так и уровню молочной продуктивности. У отобранных животных соски были оптимальными по длине (6,7 - 6,4 см) и по диаметру (2,3 - 2,5 см). При этом при отборе контролировали в опытной и контрольной группах идентичность вымени по длине, обхвату, диаметру сосков и расстоянию между ними.

Технология содержания и кормления для сравниваемых групп коров – идентичная.

Изучались интенсивность доения и пиковые значения движения молока, длительность процесса доения, остаточная порция молока в вымени, выявляемая ручным додоем, и состояние вымени [189...191]. При этом время протекания технологических процессов фиксировали с точностью $\pm 0,1$ с, удой – с точностью $\pm 0,001$ кг, интенсивность потока молока - с точностью $\pm 0,001$ кг/мин.

Подготовку вымени осуществляли в соответствии с правилами машинного доения коров путем его обмыва теплой водой ($t = 40...45^{\circ}\text{C}$ в течение 6...10 с.), сдаивания первых струек молока, и затем устанавливали доильный аппарат [192,

193]. В контрольной группе, где применяли для доения базовый доильный аппарат, дополнительно в течение 30...40 с. выполняли стимулирующее массажирование долей вымени, а также в этой группе по завершению доения проводили машинное додаивание. Эта операция выполнялась при снижении потока молока ниже *200 мл/мин.* Затем, для установления доли остаточной порции молока в молочной железе коровы, выполняли ручной додой.

При определении состояния вымени коров опытной и контрольной группы осуществляли диагностику субклинического (скрытого) мастита [194...197]. Исследования проводили с использованием молочно-контрольных пластинок МКП-1, которые содержат четыре полушаровые лунки цилиндрической формы с калиброванным центральным углублением на 1 мл и наличием двух щелей между лунками для одновременного слива излишка молока (более 1 мл) путем наклона пластинки под углом 60-65°.

Для диагностики мастита у коров в начале доения после сдаивания первых трех-четырех струек или в конце его в одну лунку надаивали молоко из одной доли вымени до заполнения углубления лунки объемом в 1 мл. Затем вносили по 1 мл димастина и 15-30 сек. смешивали вращательным движением пластинки рукой в горизонтальной плоскости. По состоянию молока оценивали состояние соответствующей доли вымени коровы. При положительной реакции наблюдалось образование густого желе, которое удерживалось в центре лунки [194...197].

5.3. Результаты хозяйственных испытаний Почетвертного адаптивного доильного аппарата

Хозяйственным опытом доказано, что разработанная конструкция почетвертного адаптивного доильного аппарата достаточно эффективна и работоспособна. Это заключение обосновано данными, которые приведены в таблице 5.1.

Из представленного материала следует, что при доении животных опытной группы экспериментальным доильным аппаратом средний удой на одну корову за первую минуту доения составляет 2,849 кг, что существенно меньше удоя за то же время животных контрольной группы, который составляет 3,067 кг. t-критерий

Стьюдента – 10,427 (Приложение М). Это поясняется тем, что при доении коров опытной группы перед установкой доильного аппарата на вымя выполняется только санитарная обработка молочной железы в течение 28,0...30,0 с, без стимулирующего молокоотдачу массажа.

Таблица 5.1 - Результаты сравнительных исследований экспериментального и базового доильных аппаратов.

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА	ТИП ДОИЛЬНОГО АППАРАТА				t- критерий
	экспериментальный		АДУ-1-03		
	x	S ₀	x	S ₀	
Продолжительность подготовки вымени, с	28...30		50...60		
Удой за 1 мин., кг	2,849	0,065	3,067	0,094	10,427
Удой за 3 мин., кг	5,611	0,086	5,619	0,082	0,0079
Пиковое значение расхода молока, кг/мин	3,244	0,054	3,205	0,057	2,603
Время до пикового значения расхода молока, с	44,3	1,392	38,9	0,362	19,372
Разовый удой, кг	9,934	0,161	9,590	0,246	5,385
Продолжительность доения, с	375,4	7,969	362,6	4,392	7,425
Расход молока, кг/мин.	1,587	0,064	1,586	0,055	0,126
Ручной додой, кг	0,082	0,006	0,136	0,005	35,097
Полнота выдаивания, %	99,17		98,50		

После установки экспериментального доильного аппарата на соски вымени доение осуществляется в щадящем режиме, при пониженном до 33,0±0,1 кПа вакуумметрическом давлении. И только после припуска молока и увеличении интенсивности потока молока выше 50,0±0,1 г/мин, выводимого и контролируемого по каждому соску в отдельности, доильный аппарат переходит в номинальный режим доения. Вымя коров контрольной группы перед установкой доильного аппарата в течение 50,0...60,0 с подвергается санитарной обработке и интенсивному стимулирующему молокоотдачу массажу. Поэтому базовый доильный аппарат, который работает только в номинальном режиме доения, сразу начинает интенсивное выведение молока из молочной железы, тем самым обеспечивая достаточно высокий удой за первую минуту доения. Но уже за три минуты доения, хотя

средний удой на одну корову контрольной группы и превышает средний удой на одну корову опытной группы, $5619,0 \pm 1$ г/мин против $5611,0 \pm 1$ г/мин, но эта разность незначительна (Приложение Н). t-критерий Стьюдента составляет 0,0079.

Пиковое значение интенсивности потока молока животных опытной группы выше, чем в среднем по контрольной группе животных (Приложение О), но достигается оно на 44,3 секунды, в то время как по животным контрольной группы существенно раньше, на 38,9 секунды (Приложение П). t-критерий Стьюдента составляет 19,372.

Также выше по опытной группе коров средний разовый удой. Он составляет 9,934 кг, в то время как по животным контрольной группы он равен 9,590 кг (Приложение Р).

А так как в связи с возможностью передержки доильного аппарата на вымени коровы при доении долей в щадящем режиме для обеспечения максимальной выдоенности коровы общая продолжительность доения коров опытной группы существенно дольше, по сравнению с временем доения коров контрольной группы, 375,4 с против 362,6 с (Приложение С), то не смотря на то, что животные опытной группы имеют существенно больший разовый удой, средний расход молока при доении коров экспериментальным доильным аппаратом незначительно отличается от среднего расхода молока при доении коров контрольной группы. Средний расход молока по опытной группе составляет 1,587 кг/мин, в то время как по контрольной – 1,586 кг/мин (Приложение Т). t-критерий Стьюдента составляет 0,126. Но при этом ручной додой коров опытной группы составляет 0,082 кг на одно животное, против 0,136 кг у коров контрольной группы (Приложение У). Различия этих показателей существенно. t-критерий Стьюдента составляет 35,097.

Полнота выдаивания вымени коров опытной группы составляет 99,17%, в то время как коров контрольной группы – 98,5%.

В результате опыта по выявлению субклинического (скрытого) мастита у коров опытной и контрольной групп установлено, что у одной коровы контрольной группы имеют место признаки субклинического мастита. В опытной группе коров, пораженных маститом, не выявлено. При использовании для доения коров

экспериментального доильного аппарата, обладающего возможностью своевременного включения стимулирующего режима доения коровы, реализуемого путем снижения вакуумметрического давления доения по каждой доле вымени коровы в отдельности, вероятность заболевания коров маститом снизилась на 11,1%.

Таким образом, предложенный экспериментальный адаптивный доильный аппарат с почетвертной адаптацией к функциональному состоянию долей вымени, вследствие достаточно высокой эффективности работы, вполне может заменить доильный аппарат *АДУ-1-03*.

По завершению эксперимента, - 90 дней лактации, - коровы, которых доили опытными образцами доильных аппаратов, имели молочную продуктивность выше, чем животные в группе контроля на 3,58%.

5.4. Экономическая эффективность адаптивного доильного с почетвертным управляемым режимом доения

Экономическая часть включает расчет финансового эффекта от использования адаптивного доильного аппарата, который выполняли, ориентируясь на известные методики выполнения подобных расчетов [198...202].

Эффект определяли в расчете на группу 20 коров, сравнивая аналогичные показатели, полученные в результате анализа функционирования базового доильного аппарата, в качестве которого, в нашем случае, используется доильный аппарат *АДУ-1-03*.

По уравнениям, изложенным в приложении Ф, определяли экономический эффект, достигаемый в результате уменьшения трудоемкости обслуживания доильного аппарата за счет исключения операции преддоильной подготовки вымени коровы.

Для расчета лимитной стоимости доильного аппарата использовали уравнения, изложенные в приложении Х.

Для расчета экономической эффективности экспериментального доильного аппарата от увеличения продуцирования молока использовали уравнения, изложенные в приложении Ц.

Для расчета экономической эффективности экспериментального доильного аппарата от предупреждения заболеваемости вымени коров маститом использовали уравнения, изложенные в приложении Ч.

5.4.1. Расчет экономического эффекта экспериментального доильного аппарата с учетом приведенных затрат

Используя приложения Ф, Х, Ц и Ч выполняли расчет экономического эффекта от использования экспериментального доильного аппарата с учетом приведенных затрат (Приложение Ш).

Данные для расчета сгруппированы в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Исходные данные для расчета годовой экономической эффективности и лимитной цены экспериментального доильного аппарата

Показатели	Един. измер.	АДУ-1-03	Экспериментальный доильный аппарат
1	2	3	4
Дойное стадо	гол.	20	20
Число устройств для доения	шт.	2	2
Продолжительность доения с учетом времени подготовки вымени и сдачи молока	с.	507,6	494,4
Кратность доения	раз/сут.	3	3
Число операторов	ч.	1	1
Продуктивность коров	кг.	6328,4	6554,9
Мощность двигателя	кВт.	3,0	3,0
Стоимость устройства для доения	руб.	9800,00	12100,00
Амортизационные отчисления	%	16,6	16,6
Отчисления на текущий ремонт и уход	%	14,2	14,2
Часовая ставка оператора	руб.	128,18	

Как следует из таблицы 5.3 доение коров экспериментальным доильным аппаратом обеспечивает достижение экономического эффекта по приведенным за-

тратам. Годовой эффект составляет 3759,67 рубля. В расчете на одну корову эта сумма составляет 187,98 рубля.

Таблица 5.3 - Экономическая эффективность экспериментального доильного аппарата

Показатели	Един. измер.	АДУ-1	Экспериментальный доильный аппарат
1	2	3	4
Капитальные вложения	руб.	22050,0	27225,0
Эксплуатационные расходы:			
а) амортизац. отчисления	руб.	3253,6	4017,2
б) расходы на текущий ремонт и техходы	руб.	2783,2	3436,4
в) электроэнергия	руб.	14422,19	14047,15
Приведенные затраты	руб.	219832,5	216072,83
Годовой экономический эффект по приведенным затратам в расчете на 20 коров	руб.		3759,67
Годовой экономический эффект по приведенным затратам в расчете на одну корову	руб.		187,98
Годовой экономический эффект с учетом полноты выдаивания в расчете на 20 коров	руб.		95130,0
Годовой экономический эффект с учетом роста молочной продуктивности в расчете на одну корову	руб.		4756,5
Годовой экономический эффект экспериментального доильного аппарата с учетом предотвращения потери сортности в результате предупреждения заболеваемости вымени коров маститом	руб.		39329,4
Годовой экономический эффект экспериментального доильного аппарата с учетом приведенных затрат, роста молочной продуктивности коров и предотвращения заболеваемости вымени коров маститом в расчете на 20 голов	руб.		138219,07

Годовой экономический эффект экспериментального доильного аппарата с учетом приведенных затрат, роста молочной продуктивности коров и предотвращения заболеваемости вымени коров маститом в расчете на одну голов	руб.		6910,95
Срок окупаемости	лет		5,9

Годовой экономический эффект почетвертного адаптивного доильного аппарата с учетом приведенных затрат, полноты выдаивания и предотвращения заболеваемости вымени коров маститом, в расчете на 20 голов, составляет 138219,07 рубля, а на одну голову – 6910,95 рубля.

Таким образом, внедряемый экспериментальный доильный аппарат обладает довольно высокими эксплуатационными и экономическими показателями.

Внедрение доильных аппаратов в крестьянском (фермерском) хозяйстве Карташова Ф.И. (Приложение Щ), в крестьянском (фермерском) хозяйстве Калашника Р.Н. (Приложение Э) и в ООО «Молочные эко-фермы» (Белгородская область) (Приложение Ю), позволило получить экономический эффект свыше 250,0 тысяч рублей в год.

Работа выполнялась при поддержке программы «УМНИК» Фонда содействия инновациям по направлению «Новые приборы и интеллектуальные производственные технологии» (Приложение Я). Принимала участие в XXII Международном конкурсе научно-исследовательских работ PTSCIENCE 16 сентября 2020 года (Приложение 1). Разработка «Моделирование рабочего процесса поплавковых датчиков потока молока переносного адаптивного манипулятора доения коров» отмечена дипломом второй степени Всероссийского общества научных разработок «ОНР ПТСАЙНС», г. Москва (Приложение 1). Проект «Разработка адаптивного доильного аппарата с использованием почетвертного управляемого режима доения» отмечена дипломом участника ярмарки проектов StartUp:Land Agro & food tech. (Приложение 2)

Выводы

1. В процессе хозяйственных испытаний установлено, что экспериментальный доильный аппарат имеет более высокое значение пикового расхода молока по сравнению с доильным аппаратом АДУ-1-03. Она составляет 3,244 кг/мин у испытываемого устройства против 3,205 кг/мин у базового. Однако следует отметить, что экспериментальный доильный аппарат имеет более длительный период ожидания достижения пикового значения интенсивности молоковыведения. Он составляет 44,3 с., а у доильного аппарата АДУ-1-03 – 38,9 с., что объясняется применением стимулирующего массажа долей вымени коровы в течение 50...60 с., предшествующим надеванию на соски стаканов доильного аппарата АДУ-1-03, а экспериментальный доильный аппарат оказывает стимулирующее воздействие на молочную железу уже в процессе доения. При использовании почетвертного адаптивного доильного аппарата получен более высокий разовый удой коров, 9,934 кг. Различия в результатах измерений исследуемых параметров достоверны, что подтверждается их оценкой по *t*-критерию Стьюдента. Коровы, которых доили опытными образцами доильных аппаратов, имели молочную продуктивность выше, чем животные в группе контроля на 3,58%.

2. Вследствие адаптивного режима доения доильного аппарата, реализуемого путем уменьшения вакуумметрического давления доения при снижении расхода молока выводимого из вымени молока ниже 200 мл./мин., снижается уровень заболеваемости вымени коров маститом по группе животных на 11,1%.

3. Внедряемый адаптивный доильный аппарат весьма эффективен. Его годовой экономический эффект с учетом приведенных затрат и роста молочной продуктивности коров, в расчете на 20 голов, составляет 138219,07 рубля. В расчете на одну корову эта сумма составляет 6910,95 рубля.

4. Внедрение доильных аппаратов в крестьянском (фермерском) хозяйстве Карташова Ф.И., в крестьянском (фермерском) хозяйстве Калашника Р.Н. и в ООО «Молочные эко-фермы» (Белгородская область), позволило получить экономический эффект свыше 250,0 тысяч рублей в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ технологий машинного доения коров и известных конструкций доильного оборудования позволил установить, что для доения коров при привязном их содержании целесообразно использовать почетвертной адаптивный доильный аппарат, обладающий возможностью подольного управления вакуумным режимом доения на основе применения поплавковых датчиков потока молока с магнитами и герконами.

2. Теоретически установлено и экспериментально подтверждено, что при весе поплавка 0,11 Н, весе магнита 0,02 Н и весе подвижного патрубка 0,02 Н, наружном и внутреннем диаметре поплавка соответственно 0,043 и 0,013 м, и использовании неодимового магнита (Неодим-железо-бор (NdFeB)) размером 4×4×4 мм и геркона КЭМ-2 группы Б типа SPST-NO (Single Pole, Single Throw Normally Open), минимально допустимое расстояние от дна молоколовушки до буртика подвижного патрубка при крайнем нижнем его положении, равном 25,6 мм, может быть при удалении геркона в противоположном направлении от направления всплытия поплавка – 11,20 мм.

3. Доказано, что при варьировании угла отклонения образующих посадочного гнезда и взаимодействующей с ним части подвижного патрубка от оси симметрии в пределах от 50 до 250 (0,436...0,784 рад), для обеспечения интенсивности потока истечения жидкости из молоколовушки датчика потока молока 50,0...60,0 мл/мин, при перепаде давлений в молоколовушке и молокоприемной камере коллектора 15,0±0,1 кПа, диаметр выемки в подвижном патрубке, образующей калиброванный канал, должен быть равен 1,0±0,1 мм.

4. Выявлено, что для обеспечения вакуумметрического давления в патрубке, а равно в молоколовушке и в подсосковой камере доильного стакана, равного 33,0±0,1 кПа, в стимулирующем режиме доения, при диаметре выемки в подвижном патрубке 1,0±0,1 мм и номинальном вакуумметрическом давлении в молокоприемной камере коллектора 48,0±0,1 кПа, при толщине стенки патрубка 1,0±0,1 мм, диаметр калиброванного отверстия жиклера должен быть не менее 0,58±0,01 мм.

5. Установлено, что при увеличении интенсивности истечения молока из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора до 2000,0 мл/мин, при сохранении в молокоприемной камере коллектора абсолютного давления 52,0 кПа, внутренний диаметр подвижного патрубка должен быть не менее 7,00+0,1 мм.

6. Доказано, что для обеспечения интенсивности потока истечения жидкости из молоколовушки коллектора 2,0+0,1 л/мин., при перепаде давлений в молоколовушке и молокоприемной камере коллектора 1,25+0,1 кПа и внутреннем диаметре подвижного патрубка, а также диаметре меньшего отверстия конического посадочного гнезда в дне молоколовушки 8,0+0,1 мм, высота щели, образуемой нижним обрезом подвижного патрубка и коническим посадочным гнездом, должна быть равной 1,94+0,1 мм.

7. Установлена математическая зависимость высоты щели между верхним обрезом подвижного патрубка и мембраной от параметров калиброванного канала в патрубке для подсоса атмосферного воздуха, подвижного патрубка и перепада давлений. При диаметре отверстия в патрубке для подсоса атмосферного воздуха, равном 0,49 мм, толщине стенки патрубка – 1,0 мм, толщине стенки подвижного патрубка, равном 2,0 мм, внутреннем диаметре подвижного патрубка 8,0 мм и абсолютном давлении доения 53,0 кПа, размер калиброванной щели равен 0,07 мм.

8. Из вышеизложенных теоретически и экспериментально обоснованных конструктивных параметров элементов конструкции датчика потока молока следует, что минимально допустимая глубина молоколовушки должна быть не менее 31,54 мм.

9. Как свидетельствует анализ математических моделей деформации мембраны, стрела прогиба мембраны, равная 0,97+0,1мм, при ее толщине - 2,0+0,1 мм и одностороннем давлении на мембрану 0,46+0,1 кПа, может быть достигнута при диаметре мембраны 48,0+0,1 мм.

10. Хозяйственными испытаниями установлено, что коровы, которых доили опытными образцами доильных аппаратов, имели молочную продуктивность вы-

ше, чем животные в группе контроля на 3,58%. При этом вероятность заболевания коров маститом снизилась на 11,1%.

11. Внедряемый адаптивный доильный аппарат весьма эффективен. Его годовой экономический эффект с учетом приведенных затрат и роста молочной продуктивности коров, в расчете на 20 голов, составляет 138219,07 рублей. В расчете на одну корову эта сумма составляет 6910,95 рублей. Внедрение доильных аппаратов в крестьянском (фермерском) хозяйстве Карташова Ф.И., в крестьянском (фермерском) хозяйстве Калашника Р.Н. и в ООО «Молочные эко-фермы» (Белгородская область), позволило получить экономический эффект свыше 250,0 тысяч рублей в год.

Рекомендации производству. Разработанный почетвертной адаптивный доильный аппарат, управляемый поплавковыми датчиками потока молока, рекомендуется к использованию для доения коров при привязном содержании.

Перспективы дальнейшей разработки темы. Целесообразно продолжить исследования по разработке и обоснованию конструктивно-режимных параметров механизма дооя, отключения и снятия почетвертного адаптивного доильного аппарата с вымени коровы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрианов Е.А. Исследование устройства для управления режимом работы стимулирующеадаптивного доильного аппарата / Е.А. Андрианов, А.М. Андрианов, А.А. Андрианов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – № 3. – С. 123–129.
2. Бородин С.А. Обоснование параметров блока управления режимом доения / С.А. Бородин, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов // Сельский механизатор. – 2018. – № 9. – С. 30–31.
3. Исследования доильного аппарата с пульсоотключателем / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин, С.Е. Крыгин и др. // Вестник аграрной науки Дона. – 2019. – № 2 (46). – С. 88–97.
4. Кирсанов В.В. Направления совершенствования исполнительных механизмов доильных установок / В.В. Кирсанов, К.С. Щукин, В.Н. Легеза // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 1. – С. 64–65.
5. Мартынов Е.А. Исследование адаптивного переносного манипулятора для доения коров / Е.А. Мартынов, О.А. Чехунов // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 11. – С. 26–30.
6. Модернизация типоразмерного ряда доильных установок на основе автоматизированных и роботизированных модулей почетвертного доения / В.В. Кирсанов, Ю.А. Цой, Л.П. Кормановский и др. // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2019. – № 3 (35). – С. 20–24.
7. Направления исследований при создании автоматизированных и роботизированных модулей доения коров / Ю.А. Иванов, Л.П. Кормановский, Ю.А. Цой, В.В. Кирсанов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2018. – № 3 (31). – С. 15–19.
8. Обоснование параметров переключающего устройства магнитного клапана многофункционального доильного аппарата / Е.А. Андрианов, В.П. Шацкий, А.А. Андрианов, Т.Н. Тертычная // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 12, № 1 (60). – С. 108–115.

9. Разработка адаптивной системы регулирования пространства в станке доильного робота / Е.А. Никитин, С.С. Юрочка, Ф.Е. Владимиров и др. // Инновации в сельском хозяйстве. – 2019. – № 3 (32). – С. 233–238.
10. Техничко-технологические решения роботизированной станочной доильной установки с почетвертным управлением процессом доения / В.В. Кирсанов, Ю.А. Цой, Л.П. Кормановский и др. // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 1 (26). – С. 229–235.
11. Ульянов В.М. Конструкция и эксплуатация доильных аппаратов: монография / В.М. Ульянов. – Рязань: РГАТУ, 2012. – 112 с.
12. Цой Ю.А. Состояние и тенденции развития роботизированного оборудования для доения коров / Ю.А. Цой, Н.П. Мишуров // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 5 (263). – С. 2–9.
13. Андрианов Е.А., Злобин В.В. К обоснованию устройства для управления работой доильного аппарата / Е.А. Андрианов, В.В. Злобин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3 (30). – С. 29–32.
14. Андрианов А.М., Андрианов Е.А., Андрианов А.А., Злобин В.В. Обоснование геометрических параметров устройства управления режимом работы доильного аппарата / А.М. Андрианов, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, В.В. Злобин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – № 4 (31). – С. 64–67.
15. Иванов Ю.Г. Автоматизированный пост доения / Ю.Г. Иванов // Сельский механизатор. – 2005. – № 2. – С. 34.
16. Ульянов В.М., Шапошников С. Переносной доильный аппарат с манипулятором / В.М. Ульянов, С. Шапошников // Сельский механизатор. – 2005. – № 2. – С. 34.
17. Винников И.К., Забродина О.Б. Основные проблемы и концепция модернизации автоматизированных технологий и установок для доения коров / И.К. Винников, О.Б. Забродина // Вестник аграрной науки Дона. – 2011. – № 4 (16). – С. 25–31.

18. Ганеев А.А. Доильная аппаратура – фундамент высококачественного молока / А.А. Ганеев // Молочное и мясное скотоводство. - 2008. - №1. – С. 17-19.
19. Гордиевских М.Л. Повышение эффективности машинного доения коров путем совершенствования технологического процесса и технических средств учета текущих физиологических потребностей животных. Автореф. дис. докт. техн. наук. – Челябинск, 2006. – 32 с.8.
20. Гордиевских М.Л. Контроль интенсивности выведения молока с помощью кольцевых датчиков электродов. / М.Л. Гордиевских // Техника в сельском хозяйстве. - №4. – 2006. С. 17-20.
21. Гордиевских М.Л. Устройство контроля и стимулирования молокоотдачи. / М.Л. Гордиевских // Техника в сельском хозяйстве. - №6. – 2006. С. 16-18.
22. Гордиевских М.Л. Доение – не повод для стресса коров / М.Л. Гордиевских // Сельский механизатор. – 2006. – № 3. – С. 26-27.
23. Исинтаев Т.И. Обеспечение регулирования режимов работы доильного аппарата / Т.И. Исинтаев // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2012. - № 2 (6). - С. 62-66.
24. Забродина О.Б., Мартыненко О.И. Обоснование способа адаптивного управления процессом доения коров / О.Б. Забродина, О.И. Мартыненко // Вестник аграрной науки Дона. – 2010. – № 1. – С. 40–43.
25. Забродина О.Б., Мартыненко О.И. Адаптивное управление процессом доения / О.Б. Забродина, О.И. Мартыненко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – №7. – С. 28 – 29.
26. Кирсанов В.В., Милешина О.В. Счетчик-датчик потока молока объемно-весового типа с дополнительными опциями / В.В. Кирсанов, О.В. Милешина // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2012. - № 2 (6). - С. 76-79.
27. Попов А.А., Крылов О.Н. Рациональный выбор доильной установки / А.А. Попов, О.Н. Крылов // Сельский механизатор. – 2010. – № 5. – С. 26-27.
28. Казанский Д.В., Скоркин В.К. Оценка эффективности использования различных доильных установок при привязном содержании / Д.В. Казанский, В.К. Скоркин

- кин // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2013. - № 2 (10). - С. 190-194.
29. Горбачев М.И. Экономические показатели оценки производства молока / М.И. Горбачев // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 4. – С. 15–17.
30. Полухин А.А. Сравнительная экономическая оценка привязного и беспривязного способов содержания КРС молочного направления / А.А. Полухин // Эффективное животноводство. – 2010. – № 1. – С. 62.
31. Горбачев М.И. Экономическая эффективность способов доения коров / М.И. Горбачев // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 11. – С. 31–33.
32. Радоманский В.М. Совершенствование процесса доения на молочных фермах с привязным содержанием коров / В.М. Радоманский // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2013. - № 3 (11). - С. 71-77.
33. Винников И.К. Основные направления модернизации доения коров / И.К. Винников // Вестник аграрной науки Дона. – 2011. – № 1 (13). – С. 74–79.
34. Винников И.К. Автоматизация и роботизация доения коров в параллельно - проходных станках / И.К. Винников // Техника в сельском хозяйстве. - 2009. - №4. - С. 12-15.
35. Винников И.К., Бахчевников О.Н., Пахомов Ю.В. Совершенствование технологии доения коров в стойлах / И.К. Винников // Техника в сельском хозяйстве. - 2012. - №5. - С. 21-25.
36. Ульянов В.М. Совершенствование доения коров при привязном содержании / В.М. Ульянов // Техника в сельском хозяйстве. - 2008. - №3. - С. 12-14.
37. Ульянов В.М. Конструкция и эксплуатация доильных аппаратов. // Монография – Рязань, 2012. – 112 с.
38. Петухов Н.А., Петухов В.Н. и Диденко А.А. Перспективные направления разработки доильных аппаратов / Н.А. Петухов, В.Н. Петухов, А.А. Диденко // Техника и оборудование для села. – 2009. – № 9. – С. 23–25.
39. Цой Ю.А. Доильный аппарат «Нурлат» / Ю.А. Цой // Сельский механизатор. – 2006. – № 1. – С. 28-29.

40. Миронова Т.А., Муромцев А.Б. Соответствие современных доильных систем физиологическим процессам лактации и молоковыведения у коров / Т.А. Миронова, А.Б. Муромцев // Зоотехния. – 2014. – № 4. – С. 23-24.
41. Легошин Г., Бильков В., Анищенко О., Шиловский Г., Жильцов В. Сравнение эффективности технологий производства молока на фермах с доением в стойлах, в доильных залах и на установках добровольного доения (роботах) / Г. Легошин, В. Бильков, О. Анищенко, Г. Шиловский, В. Жильцов // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – № 4. – С. 1-5.
42. Лукманов Р.Р., Зиганшин Б.Г., Гаязиев И.Н. К вопросу автоматизации процесса машинного доения коров / Р.Р. Лукманов, Б.Г. Зиганшин, И.Н. Гаязиев // Вестник Казанского ГАУ. – 2012. – № 3 (25). – С. 87-90.
43. Лачуга Ю.Ф. Направления научных исследований по совершенствованию автоматизированных систем управления технологическими процессами в животноводстве / Ю.Ф. Лачуга // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2013. № 2 (10). С. 4-9.
44. Винницки С., Романюк В., Юговар Л., Савиных П.А., Скоркин В.К. Управление стадом коров при доении роботом / С. Винницки, В. Романюк, Л. Юговар, П.А. Савиных, В.К. Скоркин // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 4 (36). С. 134-140.
45. Доровских В.И., Жариков В.С. Опыт использования доильных роботов / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва, А.И. Тетерядченко // Техника и технологии в животноводстве. 2020. №2 (38). С. 19-22.
46. Кирсанов В.В., Цой Ю.А., Кормановский Л.П., Павкин Д.Ю., Рузин С.С. Модернизация типоразмерного ряда доильных установок на основе автоматизированных и роботизированных модулей почетвертного доения / В.В. Кирсанов, Ю.А. Цой, Л.П. Кормановский, Д.Ю. Павкин, С.С. Рузин // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 3 (35). С. 20-24.

47. Цой Ю.А., Баишева Р.А. Тенденции развития роботизированного доения / Ю.А. Цой, Р.А. Баишева // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 3 (35). С. 73-78.
48. Цой Ю.А., Мишуров Н.П. Состояние и тенденции развития роботизированного оборудования для доения коров / Ю.А. Цой, Н.П. Мишуров // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 5. – С. 2–9.
49. Тихомиров А.И., Маринченко Т.Е. Экономические и технологические особенности развития молочнопродуктового подкомплекса АПК России / А.И. Тихомиров, Т.Е. Маринченко // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 11. – С. 44–47.
50. Тихомиров А.И. Экономические условия для технологической модернизации и интенсификации молочного скотоводства / А.И. Тихомиров // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 5. – С. 38–42.
51. Морозов Н.М. Экономическая эффективность и цифровизация животноводства / Н.М. Морозов // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 4. – С. 2–7.
52. Гаджиев А.М. Научные основы создания инновационных технологий производства высококачественного молока / А.М. Гаджиев // Зоотехния. – 2020. – № 12. – С. 18–20.
53. Гаджиев А.М. Рассмотрение отдельных элементов технологии производства молока при модернизации ферм с привязным содержанием коров / А.М. Гаджиев // Зоотехния. – 2018. – № 10. – С. 2–4.
54. Можяев Е.Е., Шафиров В.Г., Сердюк Н.С. Анализ экономической эффективности роботизированного доения коров / Е.Е. Можяев, В.Г. Шафиров, Н.С. Сердюк // Зоотехния. – 2019. – № 9. – С. 19–22.
55. Дунин А.М., Амерханов Х.А. Селекционно-технологические аспекты развития молочного скотоводства России / А.М. Дунин, Х.А. Амерханов // Зоотехния. – 2017. – № 6. – С. 2–8.
56. Дунин И.М., Мещеров Р.К., Тяпугин С.Е., Ходыков В.П., Аджибеков В.К., Тяпугин Е.Е. Состояние и перспективы развития молочного скотоводства в Россий-

ской Федерации/ И.М. Дунин, Р.К. Мещеров, С.Е. Тяпугин, В.П. Ходыков, В.К. Аджибеков, Е.Е. Тяпугин // Зоотехния. – 2020. – № 2. – С. 2–5.

57. Патент № 2173044 RU, С1, МПК *A01J 5/04* (2000.01), *A01J 5/08* (2000.01) Доильный аппарат / Ужик В.Ф., Прокофьев В.В., Ужик О.В. (RU). - № 2000108411/13, Заявл. 04.04.2000. Оpubл. 10.09.2001. Бюл. №25.

58. Патент № 2284100 RU, С1, МПК, *A01J 5/04* (2006.01) Доильный аппарат / Ужик Владимир Федорович (RU), Прокофьев Валерий Васильевич (RU), Белокобыльский Алексей Александрович (RU). - № 2005106734/12, Заявл. 09.03.2005. Оpubл. 27.09.2006. Бюл. № 27.

59. Патент № 2493696 RU, С1, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Доильный аппарат / Ульянов Вячеслав Михайлович (RU), Карпов Юрий Николаевич (RU), Коледов Роман Владимирович (RU), Набатчиков Алексей Викторович (RU). - № 2012126476/13, Заявл. 25.06.2012. Оpubл. 27.09.2013. Бюл. № 27.

60. Патент № 2524542 RU, С1, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Доильный аппарат / Ульянов Вячеслав Михайлович (RU), Карпов Юрий Николаевич (RU), Набатчиков Алексей Викторович, Хрипин Владимир Алексапндрович (RU). - № 2013107918/13, Заявл. 21.02.2013. Оpubл. 27.07.2014. Бюл. № 21.

61. Патент № 2220565 RU, С2, МПК *A01J 5/04* (2000.01) Доильный аппарат / Ужик Владимир Федорович, Прокофьев Валерий Васильевич, Назин Александр Анатольевич (RU). - № 2002106394/13, Заявл. 11.03.2002. Оpubл. 10.01.2004. Бюл. №1.

62. Заявка № 2002106394 RU, А, МПК *A01J 5/04* (2000.01) Доильный аппарат / Ужик Владимир Федорович, Прокофьев Валерий Васильевич, Назин Александр Анатольевич (RU). - № 2002106394/13, Заявл. 11.03.2002. Оpubл. 10.11.2003.

63. Патент на полезную модель № 44228 RU, U1, МПК, *A01J 5/04* (2000.01) Коллектор доильного аппарата / Сляров А.И. (RU) - № 2004135496/22, Заявл. 03.12.2004. Оpubл. 10.03.2005. Бюл. № 7.

64. Патент № 2411721 RU, С1, МПК, *A01J 5/04* (2006.01) Доильный аппарат / Ужик Владимир Федорович (RU), Чехунов Олег Андреевич (RU). - № 2009143291/21, Заявл. 23.11.2009. Оpubл. 20.02.2011. Бюл. № 5.

65. Патент № 2032323 RU, С1, МПК, *A01J 5/04* (1995.01) Доильный аппарат / Ужик В.Ф., Прокофьев В.В. (RU). - № 5035358/15, Заявл. 01.04.1992. Оpubл. 10.04.1995. Бюл. № 5.
66. Патент № 2098949 RU, С1, МПК, *A01J 5/04* (1995.01) Доильный аппарат / Ужик В.Ф., Прокофьев В.В. (RU). - № 96105753/13, Заявл. 26.03.1996. Оpubл. 20.12.1997. Бюл. № 35.
67. Заявка № 96105753 RU, А, МПК *A01J 5/04* (1995.01) Доильный аппарат / Ужик В.Ф., Прокофьев В.В.(RU). - № 96105753/13, Заявл. 26.03.1996. Оpubл. 10.04.1998. Бюл. № 10.
68. Патент № 2147174 RU, С1, МПК, *A01J 5/00* (2000.01) Доильный аппарат / Некрашевич В.Ф., Ульянов В.М., Утолин В.В. и Ильющенко Б.В. (RU). - № 99104556/13, Заявл. 09.03.1999. Оpubл. 10.04.2000. Бюл. № 10.
69. Патент № 2454068 RU, С2, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Доильный аппарат / Ульянов В.М., Чумиков В.В. и Карпов Ю.Н. (RU). - № 2010130445/13, Заявл. 20.07.2010. Оpubл. 27.01.2012. Бюл. № 3.
70. Заявка № 2010130445 RU, А, МПК *A01J 5/00* (2006.01) Доильный аппарат / Ульянов В.М., Чумиков В.В. и Карпов Ю.Н. (RU). Заявл. 20.07.2010. Оpubл. 27.01.2012. Бюл. № 3.
71. Патент № 2214089 RU, С1, МПК *A01J 5/04* (2000.01) Доильный аппарат / Ледин Николай Павлович, Литвинов Александр Николаевич, Самойлов Виктор Сергеевич, Кондейкин Павел Иванович, Дульнев Юрий Васильевич, Рогинский Григорий Иосифович, Литвяков Николай Иванович, Коробейников Александр Тихонович (RU). - № 2002113135/13, Заявл. 18.05.2002. Оpubл. 20.10.2003. Бюл. № 29.
72. Патент № 2247492 RU, С2, МПК, *A01J 5/00* (2000.01) Доильный аппарат / Карташов Лев Петрович (RU), Макаровская Зоя Вечеславовна (RU), Куспаков Рустам Самрадович (RU), Башкатов Евгений Сергеевич (RU). - № 2003112553/13, Заявл. 28.04.2003. Оpubл. 10.03.2005. Бюл. №7.
73. Заявка № 2003112553 RU, А, МПК, *A01J 5/00* (2000.01) Доильный аппарат / Карташов Лев Петрович (RU), Макаровская Зоя Вечеславовна (RU), Куспаков Ру-

стам Самрадович (RU), Башкатов Евгений Сергеевич (RU). - № 2003112553/13, Заявл. 28.04.2003. Оpubл. 20.12.2004. Бюл. №35.

74. Патент № 2613499 RU, C1, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Доильный аппарат / Андрианов Алексей Александрович (RU), Андрианов Евгений Александрович (RU), Андрианов Александр Максимович (RU), Бородин Сергей Алексеевич (RU). - № 2015148119, Заявл. 09.11.2015. Оpubл. 16.03.2017. Бюл. № 8.

75. Патент № 2442319 RU, А, МПК, *A01J 5/00* (2006.01), *A01J 5/10* (2006.01) Доильный аппарат / Андрианов Евгений Александрович (RU), Андрианов Алексей Александрович (RU), Андрианов Александр Максимович (RU), Злобин Василий Владимирович (RU). - № 2010112576/13, Заявл. 31.03.2010. Оpubл. 20.02.2012. Бюл. № 5.

76. Заявка № 2010112576 RU, А, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Доильный аппарат / Андрианов Евгений Александрович (RU), Андрианов Алексей Александрович (RU), Андрианов Александр Максимович (RU), Злобин Василий Владимирович (RU). - № 2010112576/13, Заявл. 31.03.2010. Оpubл. 10.10.2011. Бюл. № 28.

77. Патент № 2037292 RU, C1, МПК, *A01J 5/04* (1995.01) Доильный аппарат / Трофимов А.Ф., Барановский М.В., Курак А.С., Курак Н.С. (RU). - № 4953783/15, Заявл. 24.06.1993. Оpubл. 19.06.1995. Бюл. № 17.

78. Патент № 2115304 RU, А, МПК *A01J 5/04* (1995.01) Доильный аппарат / Некрашевич В.Ф., Захаров В.А., Ульянов В.М., Утолин В.В. (RU). - № 97108417/13, Заявл. 20.05.1997. Оpubл. 20.07.1998. Бюл. № 20.

79. Заявка № 97108417 RU, А, МПК *A01J 5/04* (1995.01) Доильный аппарат / Некрашевич В.Ф., Захаров В.А., Ульянов В.М., Утолин В.В. (RU). - № 97108417/13, Заявл. 20.05.1997. Оpubл. 10.12.1998. Бюл. № 34.

80. Патент № 2231252 RU, C2, МПК *A01J 5/00* (2000.01) Доильный аппарат / Огородников Петр Иванович, Крючкова Ирина Викторовна, Каденцева Ольга Николаевна, Спешилова Ирина Владимировна (RU). - № 2002118756/13, Заявл. 16.07.2002. Оpubл. 27.06.2004. Бюл. № 18.

81. Патент № 2265320 RU, C2, МПК *A01J 5/00* (2000.01) Доильный аппарат / Огородников Петр Иванович, Крючкова Ирина Викторовна, Каденцева Ольга Нико-

- лаевна, Межуенва Лариса Владимировна (RU). - № 2003104499/13, Заявл. 17.02.2003. Оpubл. 10.12.2005. Бюл. № 34.
82. Заявка № 2003104499 RU, А, МПК *A01J 5/00* (2000.01) Доильный аппарат / Огородников Петр Иванович, Крючкова Ирина Викторовна, Каденцева Ольга Николаевна, Межуенва Лариса Владимировна (RU). - № 2003104499/13, Заявл. 17.02.2003. Оpubл. 27.08.2004. Бюл. № 24.
83. Патент № 2284101 RU, С2, МПК, *A01J 7/00* (2006.01) Регулятор вакуума доильного аппарата / Скляр Александр Иванович (RU). - № 2004132913/12, Заявл. 12.11.2004. Оpubл. 27.09.2006. Бюл. № 27.
84. Патент № 2395196 RU, С2, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Устройство автоматического отключения доильного аппарата / Лукманов Руслан Рушанович (RU), Волков Игорь Евгеньевич (RU), Зиганшин Булат Гусманович (RU), Мустафин Анас Аминович (RU), Кашапов Ильдар Ильясович (RU), Ситдииков Фарит Фоатович (RU). - № 2008137889/12, Заявл. 22.09.2008. Оpubл. 27.07.2010. Бюл. № 21.
85. Заявка № 2008137889 RU, А, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Устройство автоматического отключения доильного аппарата / Лукманов Руслан Рушанович (RU), Волков Игорь Евгеньевич (RU), Зиганшин Булат Гусманович (RU), Мустафин Анас Аминович (RU), Кашапов Ильдар Ильясович (RU), Ситдииков Фарит Фоатович (RU). - № 2008137889/12, Заявл. 22.09.2008. Оpubл. 27.03.2010. Бюл. № 9.
86. Патент на полезную модель № 82517 RU, U1, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Устройство автоматического отключения доильного аппарата / Лукманов Руслан Рушанович (RU), Зиганшин Булат Гусманович (RU), Волков Игорь Евгеньевич (RU), Кашапов Ильдар Ильясович (RU), Мустафин Анас Аминович (RU). - № 2008144134/22, Заявл. 07.11.2008. Оpubл. 10.05.2009. Бюл. № 13.
87. Патент на полезную модель № 154881 RU, U1, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Доильный аппарат / Рылов Александр Аркадьевич (RU), Шулятьев Валерий Николаевич (RU), Конопельцев Игорь Геннадьевич (RU). - № 2015113650/13, Заявл. 13.04.2015. Оpubл. 10.09.2015. Бюл. № 25.
88. Патент № 2363150 RU, С1, МПК, *A01J 5/00* (2006.01), *A01J 5/04* (2006.01) Двухрежимный доильный аппарат / Винников Иван Кириллович (RU), Бенова

Елена Викторовна (RU), Дмитренко Сергей Александрович (RU), Пахомов Юрий Викторович (RU), Падалко Григорий Анатольевич (RU). - № 2008115017/12, Заявл. 16.04.2008. Оpubл. 10.08.2009. Бюл. № 22.

89. Патент № 2440716 RU, C2, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Двухрежимный доильный аппарат / Винников Иван Кириллович (RU), Пахомов Юрий Викторович (RU), Бахчевников Олег Николаевич (RU), Коваленко Алексей Владимирович (RU), Шелушнина Ирина Александровна (RU). - № 2010108555/21, Заявл. 09.03.2010. Оpubл. 27.01.2012. Бюл. № 3.

90. Заявка на изобретение № 2010108555 RU, А, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Двухрежимный доильный аппарат / Винников Иван Кириллович (RU), Пахомов Юрий Викторович (RU), Бахчевников Олег Николаевич (RU), Коваленко Алексей Владимирович (RU), Шелушнина Ирина Александровна (RU). - № 2010108555/21, Заявл. 09.03.2010. Оpubл. 20.09.2011. Бюл. № 26.

91. Патент на полезную модель № 38531 RU, U1, МПК, *A01J 5/12* (2000.01), *A01J 7/00* (2000.01). Пульсоколлектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU). - № 2003122428/20, Заявл. 21.07.2003. Оpubл. 10.07.2004. Бюл. № 19.

92. Патент на полезную модель № 43120 RU, U1, МПК, *A01J 5/12* (2000.01), *A01J 7/00* (2000.01). Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU). - № 2004123549/22, Заявл. 04.08.2004. Оpubл. 10.01.2005. Бюл. № 1.

93. Патент на полезную модель № 50371 RU, U1, МПК, *A01J 5/12* (2006.01). Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU). - № 2005124621/22, Заявл. 04.08.2004. Оpubл. 10.01.2005. Бюл. № 1.

94. Патент на полезную модель № 58292 RU, U1, МПК, *A01J 7/00* (2006.01). Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU). - № 2006120661/22, Заявл. 13.06.2006. Оpubл. 27.11.2006. Бюл. № 33.

95. Патент на полезную модель № 61088 RU, U1, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU) - № 2006127934/22, Заявл. 31.07.2006. Оpubл. 27.02.2007. Бюл. № 6.

96. Патент на полезную модель № 65340 RU, U1, МПК, *A01J 5/12* (2006.01) Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU) - № 2007111347/22, Заявл. 27.03.2007. Оpubл. 10.08.2007. Бюл. № 22.
97. Патент на полезную модель № 97592 RU, U1, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU) - № 2010115892/21, Заявл. 21.04.2010. Оpubл. 20.09.2010. Бюл. № 26.
98. Патент на полезную модель № 71209 RU, U1, МПК, *A01J 7/00* (2006.01) Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU) - № 2007137349/22, Заявл. 08.10.2007. Оpubл. 10.03.2008. Бюл. № 7.
99. Патент на полезную модель № 150042 RU, U1, МПК, *A01J 7/00* (2006.01) Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU) - № 2014132811/13, Заявл. 08.08.2014. Оpubл. 27.01.2015. Бюл. № 3.
100. Патент № 2122318 RU, А, МПК *A01J 5/04* (1995.01) Доильный аппарат / Некрашевич В.Ф., Ульянов В.М., Топилин Д.Н., Утолин В.В. (RU). - № 97121761/13, Заявл. 15.12.1997. Оpubл. 27.11.1998. Бюл. № 33.
101. Патент на полезную модель № 50078 RU, U1, МПК, *A01J 5/10* (2000.01), *A01J 5/12* (2000.01). Пульсоколлектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU), Сабиев У.К. (RU), Егорова Т.С. (RU). - № 2004132472/22, Заявл. 09.11.2004. Оpubл. 27.12.2005. Бюл. № 36.
102. Патент на полезную модель № 127581 RU, U1, МПК, *A01J 7/00* (2006.01). Коллектор доильного аппарата / Продивлянов А.В. (RU), Челлова О.Н. (RU), Лоскант Д.О. (RU), Ульрих Д.А. (RU). - № 2012153540/13, Заявл. 11.12.2012. Оpubл. 10.05.2013. Бюл. № 13.
103. Патент на полезную модель № 69700 RU, U1, МПК, *A01J 5/12* (2006.01) Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU) - № 2007133529/22, Заявл. 06.09.2007. Оpubл. 10.01.2008. Бюл. № 1.
104. Патент на полезную модель № 69701 RU, U1, МПК, *A01J 7/00* (2006.01), *A01J 5/10* (2006.01) Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU) - № 2007125021/22, Заявл. 02.07.2007. Оpubл. 10.01.2008. Бюл. № 1.

105. Патент № 2621318 RU, C1, МПК *A01J 5/04* (2006.01) Доильный аппарат / Клесов Д.Н., Ужик В.Ф. и Фурсенко А.А. (RU). - № 2016100964, Заявл. 13.01.2016. Оpubл. 01.06.2017. Бюл. № 16.
106. Патент № 2169460 RU, C1, МПК *A01J 5/04* (2000.01) Доильный аппарат / Некрашевич В.Ф., Ульянов В.М., Утолин В.В., Москвитин И.А. (RU). - № 99127726/13, Заявл. 27.12.1999. Оpubл. 27.06.2001 Бюл. № 18.
107. Патент № 2444181 RU, C2, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Устройство для автоматического изменения вакуумметрического давления и отключения доильного аппарата / Борознин Владимир Алексеевич (RU), Борознин Артём Владимирович (RU), Скориков Александр Сергеевич (RU). - № 2009144297/13, Заявл. 30.11.2009. Оpubл. 10.03.2012. Бюл. № 7.
108. Заявка № 2009144297 RU, А, МПК, *A01J 7/00* (2006.01) Устройство для автоматического изменения вакуумметрического давления и отключения доильного аппарата / Борознин Владимир Алексеевич (RU), Борознин Артём Владимирович (RU), Скориков Александр Сергеевич (RU). - № 2009144297/21, Заявл. 30.11.2009. Оpubл. 10.06.2011. Бюл. № 16.
109. Патент на полезную модель № 130787 RU, U1, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Доильный аппарат / Продивлянов Александр Владимирович (RU), Логачёва Оксана Владимировна (RU), Шумихин Андрей Сергеевич (RU) - № 2013112306/13, Заявл. 19.03.2013. Оpubл. 10.03.2013. Бюл. № 22.
110. Патент № 2040160 RU, C1, МПК, *A01J 7/00* (1995.01) Доильный аппарат / Трофимов А.Ф., Курак А.С., Курак Н.С. (RU). - № 5017668/15, Заявл. 15.11.1991. Оpubл. 25.07.1995.
111. Патент № 2193305 RU, C2, МПК *A01J 5/00* (2000.01) Доильный аппарат / Ужик В.Ф., Мазуренко Р.В. (RU). - № 2000104640/13, Заявл. 23.02.2000. Оpubл. 27.11.2002. Бюл. № 33.
112. Заявка № 2000104640 RU, А, МПК *A01J 5/00* (2000.01) Доильный аппарат / Ужик В.Ф., Мазуренко Р.В. (RU). - № 2000104640/13, Заявл. 23.02.2000. Оpubл. 20.12.2001. Бюл. № 35.

113. Патент № 2410872 RU, С1, МПК, *A01J 5/04* (2006.01) Доильный аппарат / Ужик Владимир Федорович (RU), Чехунов Олег Андреевич (RU). - № 2009127244/05, Заявл. 14.07.2009. Оpubл. 10.02.2011. Бюл. № 4.
114. Патент № 2257707 RU, С1, МПК, *A01J 5/00* (2000.01), *A01J 5/04* (2000.01) Двухрежимный доильный аппарат / Винников Иван Кириллович (RU). - № 2004103725/13, Заявл. 09.02.2004. Оpubл. 10.08.2005. Бюл. 22.
115. Патент № 2269889 RU, С1, МПК, *A01J 5/007* (2000.01), *A01J 5/00* (2000.01) Двухрежимный доильный аппарат / Винников Иван Кириллович (RU). - № 2004124115/12, Заявл. 06.08.2004. Оpubл. 20.02.2006. Бюл. № 5.
116. Заявка № 2004103725 RU, А, МПК, *A01J 5/00* (2000.01), *A01J 5/04* (2000.01) Двухрежимный доильный аппарат / Винников Иван Кириллович (RU). - № 2004103725/13, Заявл. 09.02.2004. Оpubл. 20.07.2005. Бюл. № 20.
117. Патент № 2318377 RU, С1, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Доильный аппарат / Полянин Владимир Кузьмич (RU), Продивлянов Александр Владимирович (RU), Акимов Николай Сергеевич (RU). - № 2006114923/13, Заявл. 02.05.2006. Оpubл. 10.03.2008. Бюл. № 7.
118. <http://kalxoz.ru/str/22doi9.htm>
119. Патент № 2367147 RU, С1, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Адаптивный доильный аппарат / Ужик Оксана Владимировна (RU), Ужик Яна Владимировна (RU). - № 2008128329/12, Заявл. 11.07.2008. Оpubл. 20.09.2009. Бюл. № 26.
120. Патент № 2621015 RU, С1, МПК *A01J 5/04* (2006.01). Доильный аппарат / Ужик В.Ф., Тетерядченко А.И., Ужик О.В., Кутовой Д.О. - №2015150676. - Заявлено 25.11.2015; Оpubл. 30.05.2017. Бюл. №16.
121. Заявка №2015150676 RU, А МПК А01J 5/04 (2006/01) Доильный аппарат / Ужик В.Ф., Тетерядченко А.И., Ужик О.В., Кутовой Д.О. (RU). - №2015150676. Заявлено 25.11.2015; Оpubл. 31.05.2017. Бюл. №16.
122. Патент № 2328110 RU, С2, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Доильный аппарат / Ужик Владимир Федорович (RU), Науменко Александр Артемьевич (RU), Чигрин Алексей Андреевич (RU), Шарко Виктор Иванович (RU). - № 2006123401/12, Заявл. 30.06.2006. Оpubл. 10.07.2008. Бюл. № 19.

123. Заявка № 2006123401 RU, А, МПК, *A01J 5/00* (2006.01) Доильный аппарат / Ужик Владимир Федорович (RU), Науменко Александр Артемьевич (RU), Чигрин Алексей Андреевич (RU), Шарко Виктор Иванович (RU). - № 2006123401/12, Заявл. 30.06.2006. Опубл. 20.01.2008.
124. Патент № 26496687 RU, С1, МПК, *A01J 7/00* (2006.01), СПК, *A01J 7/00* (2006.01) Доильный аппарат / Ужик Владимир Федорович (RU), Некипелов Станислав (RU), Китаёва Оксана Владимировна (RU). - № 2017108088/12, Заявл. 10.03.2017. Опубл. 04.04.2018. Бюл. № 10.
125. Переносной манипулятор для доения коров Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В. патент на изобретение RUS 2695868 заявл. 06.11.2018. опубл. 29.07.2019 Бюл. № 22.
126. Доильный аппарат Кузьмина О.С., Ужик В.Ф., Китаёва О.В., Тетерядченко А.И., Китаёв Ю.А. патент на полезную модель RUS 202513 заявл. 21.10.2020 опубл. 20.02.2021 Бюл. № 5.
127. Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В. Переносной манипулятор для доения коров / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва // В сборнике: Материалы Национальной научно-практической конференции "Актуальные проблемы разработки, эксплуатации и технического сервиса машин в агропромышленном комплексе", посвященной 40-летию Белгородского ГАУ 2019. С. 204-211.
128. Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В. Переносной манипулятор с управляемым режимом доения по долям вымени коровы / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва // В книге: Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее». (28-29 мая 2019 года): в 2 т. Том 1. п. – Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. С. 149-150.
129. Ужик В.Ф., Тетерядченко А.И., Китаёва О.В., Кузьмина О.С. Адаптивный доильный аппарат с доением в бидон / В.Ф. Ужик, А.И. Тетерядченко, О.В. Китаёва, О.С. Кузьмина // В книге: Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее Материалы XXIII международной научно-производственной конфе-

ренции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее». (28-29 мая 2019 года): в 2 т. Том 1. п. – Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. С. 151-152.

130. Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В., Некипелов С.И. Переносной манипулятор с почетвертным управляемым режимом доения коров / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва, С.И. Некипелов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. № 4 (36). С. 51-56.

131. Усольцев А.А. Общая электротехника: Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 301 с.

132. Усольцев А.А. Электрические машины/Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013, – 416 с.

133. Шимони К. Теоретическая электротехника. М.: Мир, 1964. – 774 с.

134. Левченко С. И. и др. Проницаемость формы прямоугольных призм // Электронная техника. 1970. Вып. 2(24). С. 54–59.

135. Гаврилов Г.Г. Распределение напряженности магнитного поля вдоль оси призматического постоянного магнита / Г.Г. Гаврилов // Advanced science. Изд-во: «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет»», г. Киров. 2017. №2.

136. Гуревич В. И., Савченко П. И. Исследование стабильности порога срабатывания геркотронов. - "Труды Московского института инженеров с.х. производства (МИИСП)", Москва, 1985, с. 43 - 45.

137. Гуревич В. И. Низковольтные герметизированные коммутационные аппараты нового поколения. – "Электротехника", 1994, N 4, с. 45-47.

138. Гуревич В. И. Международный стандарт «Герконы (магнитоуправляемые герметизированные контакты). Часть 1. Общие технические условия» (IEC 62246-1 Ed. 2). Критический обзор // «Компоненты и технологии». — 2009. — № 2. — С. 12-17.

139. Гуревич В. И. Электрические реле: принцип действия и применение = Electric Relays: Principles and applications. — CRC Press, 2005. — 704 с.

140. Gurevich V. Protection devices and systems for high-voltage applications. — N. Y.: Marcel Dekker, 2003. — 292 с.
141. Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В., Китаёв Ю.А. Моделирование рабочего процесса поплавковых датчиков потока молока переносного адаптивного манипулятора доения коров / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва, Китаёв Ю.А. / Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2 (65). Стр. 55-64.
142. Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В., Тетерядченко А.И. К обоснованию глубины молоколовушки датчика потока молока доильного аппарата с подольным управляемым режимом доения коровы / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва, А.И. Тетерядченко // Материалы XXIV Международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее» 27-28 мая 2020 года): в 2 т. Том 1. п. - Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. С. 79-81.
143. Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В., Китаёв Ю.А. Полуавтомат для доения коров на линейных доильных установках / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва, Ю.А. Китаёв // Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовского научного конгресса (г. Москва, 28 мая 2020 г.). Том 2. – Москва: Издательство Инфинити, 2020. С. 126-137.
144. Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В., Тетерядченко А.И. К обоснованию перемещения поплавка датчика потока молока доильного аппарата с подольным управлением вакуумным режимом доения коров / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва, А.И. Тетерядченко // Техника и технологии в животноводстве. 2020. №2 (38). С. 14-18.
145. Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В. Обоснование параметров поплавка датчика потока молока переносного манипулятора для доения коров / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва // Материалы Национальной (всероссийской) научно-практической конференции с международным участием «Агроинженерия в XXI веке: проблемы и перспективы» посвященной 30-летию инженерного фа-

культета им. А.Ф. Пономарева. – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2020. С. 232-237.

146. Гидравлика и гидравлические машины /З.В. Ловкис, В.Е. Берышев, Э.В. Костюченко, В.В. Дейнега. – М.: Колос, 1995. – 303 с.

147. Крамаренко В.В., Савичев О.Г. Г164. Гидравлика. Методические материалы по курсу «Гидравлика» для студентов II курса, обучающихся по направлению 280302 «Комплексное использование и охрана водных ресурсов». Часть II / сост. В.В. Крамаренко, О.Г. Савичев – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 124 с.

148. Пашков Н.Н., Долгачев Ф.М. Гидравлика. Основы гидрологии. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 448 с.

149. Примеры расчета по гидравлике. Учеб. Пособие для вузов. Под ред. А.Д. Альштуля. – М.: Стройиздат, 1976. – 255 с.

150. Константинов Ю.М. Гидравлика // Учебник. – 2-е изд. перераб. И доп. – К.: Вища школа, 1988 г. – 398 с.

151. Собашвили Р.Г. Гидравлика, гидравлические машины и водоснабжение сельского хозяйства. – М.: Колос, 1997. – 479 с.

152. Альштуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П. Гидравлика и аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1987. – 414 с.

153. Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В., Тетерядченко А.И. К обоснованию параметров молоколовушки переносного манипулятора доения коров с четвертным управлением режимом доения / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва, А.И. Тетерядченко // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 4 (24). С. 89-108.

154. Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В., Тетерядченко А.И. К обоснованию параметров молоколовушки манипулятора для доения коров / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва, А.И. Тетерядченко // Техника и оборудование для села. 2020. № 1 (271). С. 28-35.

155. Александров Н.В., Яшкин А.Я. Курс общей физики. Механика. Учеб. Пособие для студентов=заочников физ.-мат. Фак. Пед. Ин-тов. М., «Просвещение», 1978. 416 с.
156. Эберт Г. Краткий справочник по физике: справочное издание / под ред. К. П. Яковлева. — пер. со 2-го нем. изд. Н. М. Шикунинной. — М.: Физматгиз, 1963. — 552 с.
157. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике. — Наука, 1978. — 944 с.
158. Привалов И.И. Аналитическая геометрия. Учебник. 40-е издание. Изд-во Юрайт. 2019.
159. Аганесян С.Л., Покровский В.Г. Геометрия. Учебное пособие для ВУЗов. Изд-во ЛитРес. 2017. - 334 с.
160. Вишневецкий С. М. Пуазёйля Закон // Физическая энциклопедия: [в 5 т.] / Гл. ред. А. М. Прохоров. — М.: Советская энциклопедия (т. 1—2); Большая Российская энциклопедия (т. 3—5), 1988—1999. — ISBN 5-85270-034-7.
161. Sutura S.P., Skalac R. The history of Poiseuille's law // Annual review of fluid mechanics. — 1993. — Т. 25. — С. 1—19.
162. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов // Учебное пособие для студентов вузов. — 2-е изд. перераб. — Л.: Агропромиздат, 1985. — 640 с.: ил.
163. Ужик В.Ф., Шахов В.А., Тетерядченко А.И., Некипелов С.И., Китаёва О.В., Кабашко А.А. К обоснованию конструктивно-режимных параметров пневморегулятора вакуумметрического давления адаптивного доильного аппарата / В.Ф. Ужик, В.А. Шахов, А. И. Тетерядченко, С.И. Некипелов, О.В. Китаёва, А. А. Кабашко // Известия Оренбургского аграрного университета, № 3(65). - 2017. — С.101-105.
164. Ибрагимов И.А., Фарзани Н.Г., Илясов Л.В. Элементы и системы пневмоавтоматики. — М.: Высш. школа, 1975. — 360с.
165. Андреева Л.Е. Упругие элементы приборов. — М.: МАШГИЗ, 1962. — 456 с.

166. Пономарев С.Д., Бидерман В.Л., Лихарев К.К. и др. Расчет на прочность в машиностроении. – Под редакцией С.Д. Пономарева. Том II. М.: МАШГИЗ, 1958. – 974 с.
167. Применение тензометрии в машиностроении // Под ред. Петухова П.З. и Казанцева А.В. – М.: Машгиз, 1956. – 236 с.: ил.; - 21 см. – (Из опыта исследований работы машин на Уральских заводах). – Библиогр.: с. 232 – 234.; 5000 экз.
168. Стенд для имитации и исследования взаимодействия магнита и геркона датчика потока молока доильного аппарата Кузьмина О.С., Ужик В.Ф., Китаёва О.В., Тетерядченко А.И., Китаёв Ю.А. патент на полезную модель RUS 202514 заявл. 06.11.2020 опубл. 20.02.2021 Бюл. № 5.
169. Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В., Тетерядченко А.И. Методика экспериментальных исследований взаимодействия магнита и геркона / В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва, А.И. Тетерядченко // Материалы Национальной научно-практической конференции «Инновационные решения в агроинженерии в XXI веке». Решения проблем взаимодействия науки и бизнеса. – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. С.171-175.
170. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных // М.: Колос, 1973, изд. 3. – 194 с.
171. Вольф В.Г. Статистическая обработка опытных данных // М.: Колос, 1966. – 246 с.
172. Вадзинский Р. Статистические вычисления в среде Excel. Библиотека пользователя. – СПб.: Питер, 2008. – 608 с.
173. Вучков И. Прикладной регрессионный анализ / И. Вучков, Л. Бояджиева, Е. Солаков. – М.: Финансы и статистика, 1987. - 239 с, ил.
174. Стенд для имитации работы и испытания датчика потока молока доильного аппарата Ужик В.Ф., Кузьмина О.С., Китаёва О.В., Тетерядченко А.И., Прокофьев В.В., патент на изобретение RUS 2727358 заявл. 22.10.2019 опубл. 07.2020 Бюл. № 21.
175. Маркова Е.В. Планирование эксперимента в условиях неоднородностей //М.: Наука, 1973. - 220 с.

176. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента // М.: Metallurgy, 1969. – 159 с.
177. Мельников С.В., Алешин В.Р., Рошин П.М. Планирование эксперимента в исследовании сельскохозяйственных процессов // Л.: Колос, 1980. – 166 с.
178. Петков А.А. Ортогональное центральное композиционное планирование в технике и электрофизике высоких напряжений: Учеб.-метод. пособие. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2007. – 61 с.
179. Маслов Г.Г., Дидманидзе О.Н., Цибулевский В.В. Оптимизация параметров и режимов работы машин методами планирования эксперимента: Учебн. пособие для сельскохозяйственных вузов. – М.: УМЦ «Триада», 2007. – 292 с., ил.
180. Славутский Л.А. Основы регистрации данных и планирования эксперимента. Учебное пособие: Изд-во ЧГУ, Чебоксары, 2006, 200 с.
181. Емельянов А.М., Гуров А.М. Элементы математической обработки и планирования инженерного эксперимента. Методические указания. – Благовещенск: БСХИ, 1984. – 63С.
182. Петков А.А. Ортогональное центральное композиционное планирование в технике и электрофизике высоких напряжений: Учеб.-метод. пособие. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2007. – 61 с.
183. Дегтярев Д.А. Пошаговая методика проведения многофакторного эксперимента. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://manyfactors.ru>. – Дата доступа: 07.01.2019.
184. Стенд для калибровки тензометрического вакуумметра: заявка на полезную модель РФ № 2021103970 Рос. Федерация / Кузьмина О.С., Ужик В.Ф., Китаёва О.В., Варлыгин Г.А.. № 2021103970; заявл. 16.02.2021.
185. Стенд для измерения стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой: пат. на полезную модель РФ № 205593 Рос. Федерация / Кузьмина О.С., Ужик В.Ф., Китаёва О.В., Тетерядченко А.И., Китаёв Ю.А. № 2021100679; заявл. 13.01.2021; опубл. 22.07.2021 Бюл. № 21.
186. Бурдин Ю.М., Янюшкина А.И. Методика ускоренной оценки продуктивности первотелок. // Тр. Сиб. отд. ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1987.- с. 11-15.

187. Grossman M., Kuck A.L., Norton H.W. Lactation curves of purebred and crossbred dairy cattle // Doiry Sc. – 1986.
188. Hoekstra, J.A. A not on a partial adjustment model to beseribe lactation curves // Anim Product. – 1986.
189. А.с. №1556600 СССР, МКИ А01 J 7/00. Устройство для регистрации интенсивности молокоотдачи // В.Ф. Ужик и др. (СССР). - №4248150/30 – 15; Заявлено 18.05.87; Оpubл. 15.04.90, Бюл. №14 // Открытия. Изобретения. – 1990 г.
190. Заявка №2003129246/(13), RU, МПК 7 А 01 J 5/007 Доильный аппарат // Ужик В.Ф., Прокофьев В.В., Шахбазян Р.В., Ужик О.В. (RU). – №2003129246/(13); Заявлено 30.09.2003; Оpubл. 20.07.2005.
191. Патент N.2259710, RU, МКИ А 01 J 5/04 Доильный аппарат // Ужик В.Ф., Прокофьев В.В., Шахбазян Р.В., Ужик О.В. (RU). – №2003129246/(13); Заявлено 30.09.2003; Оpubл. 10.09.2005; Бюл. N.25.
192. Ведищев С.М. Механизация доения коров: Учебное пособие. - Тамбов: Издательство ТГТУ, 2006. - 160 с.
193. Учебник мастера машинного доения: [Для ПТУ / Л. П. Карташов, В. Г. Звизняцковский, Л. И. Сорокина, О. Л. Чернова; Редактор Н. Д. Нагайцева. - М.: Колос, 1994. – 367 с.
194. Ивашура А.И. Маститы коров // М.: Колос, 1972. – 192 с., с ил.
195. Гончаров В.П., Карпов В.А., Якимчук И.Л. Профилактика и лечение маститов у животных // М.: Россельхозиздат., 1987. – 208 с., с ил.
196. Ястребов А.Н., Козлов А.Н., Мазаев А.Н., Мухин Н.Ф. Практические рекомендации по применению прогрессивных технологий в молочном животноводстве для получения здорового молока // Челябинск: ГПУ “Копейская типография”, 2003. – 19 с.
197. <http://gov.cap.ru/home/65/aris/bd/vetzac/document/371.html>
198. Методические рекомендации по определению технико-экономического уровня машин для животноводства // УкрНИИМЭСХ. Киев, 1983. - 81 с.
199. Морозов Н.М. Программа и методика проведения исследований по разработке системы машин для комплексной механизации животноводства и птицеводства

на период до 2000 года // М., ВИЭСХ, 1981. - 81 с.

200. Власов Н.С. Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники // М.: Колос, 1968. – 128 с.

201. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники // Часть 2. – Нормативно-справочный материал. – Москва. – 1998.

202. Горланов С.А. Экономическая оценка проектных разработок в АПК: учеб. – метод. пособие. Ч. 1. Методические указания / С.А. Горланов, Е.В. Злобин. – Воронеж: ВГАУ, 2002. – 66 с.

Приложения

Приложение А
(Обязательное)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2695868

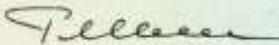
Переносной манипулятор для доения коров

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина" (RU)*

Авторы: *Ужик Владимир Федорович (RU), Кузьмина Ольга Сергеевна (RU), Китаёва Оксана Владимировна (RU)*

Заявка № **2018139401**
Приоритет изобретения **06 ноября 2018 г.**
Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **29 июля 2019 г.**
Срок действия исключительного права на изобретение истекает **06 ноября 2038 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

 **Г.П. Изrael**



(Продолжение прил. А)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 695 868** ⁽¹³⁾ **C1**(51) МПК
A01J 7/00 (2006.01)
(52) СПК
A01J 7/00 (2019.05)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: действует (последнее изменение статуса: 29.07.2019)

(21)(22) Заявка: **2018139401**, **06.11.2018**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.11.2018Дата регистрации:
29.07.2019Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **06.11.2018**(45) Опубликовано: **29.07.2019** Бюл. № **22**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2649668 C1, 04.04.2018. RU**
2221417 C2, 20.01.2004. RU 2348149 C1,
10.03.2009. SU 1750511 A1, 30.07.1992. US
4941433 A, 17.07.1990.Адрес для переписки:
308503, Белгородская обл., Белгородский р-н,
п. Майский, ул. Вавилова, 24, ФГБОУ ВО
Белгородский ГАУ, И.Е. Крючковой

(72) Автор(ы):

Ужик Владимир Федорович (RU),
Кузьмина Ольга Сергеевна (RU),
Китаева Оксана Владимировна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Белгородский
государственный аграрный университет
имени В.Я. Горина" (RU)**(54) Переносной манипулятор для доения коров**

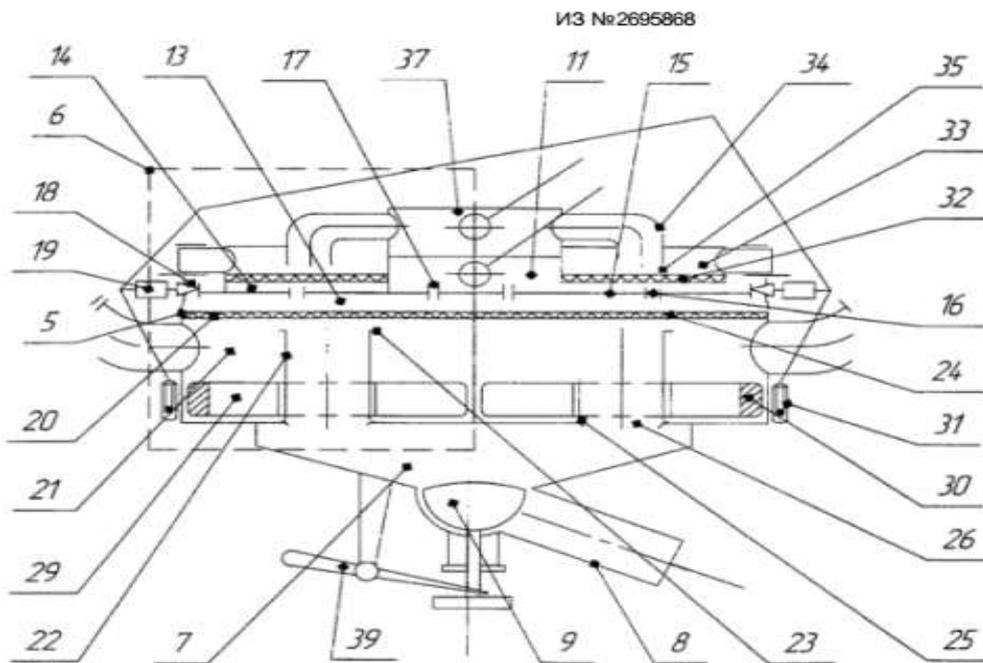
(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к переносным манипуляторам для доения коров. Каждая секция (6) коллектора содержит две камеры управления (13, 14), разделяемые перегородкой (15) и сообщаемые между собой калиброванным каналом (16), и камеру (21) рабочего вакуумметрического давления. Камера рабочего вакуумметрического давления соединена с подсосковой камерой доильного стакана и выполнена в виде молоколовушки с поплавком (29). Поплавок содержит магнит (30), магнитное поле которого взаимодействует с герконом (31) при нижнем положении поплавка в молоколовушке. Камеры регулируемого вакуумметрического давления (33) содержат коаксиально установленные патрубки (34), объединенные распределительной камерой (37). На молокоприемной камере (7) установлен рычаг (39), одним концом соединенный с клапаном (9). К другому концу рычага присоединен трос пружинного механизма снятия доильного аппарата, который содержит фиксатор барабана троса, электрически связанный с блоком управления. Повышается эффективность машинного доения коров на линейных доильных установках.

2

ил.

(Продолжение прил. А)



Фиг. 2

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к устройствам для механизации животноводства, и может быть использовано для доения коров

Известны следующие аналогичные устройства: Переносной манипулятор для доения коров [RU 2348149 С1, А01J 7/00 (2006.01), 10.03.2009], который включает доильный аппарат, блок управления, посредством разъема прикрепляемый к молокопроводу и вакуумпроводу доильной установки, молоколовушку с поплавком, посредством молочной трубки соединяемой с молокоприемной камерой коллектора, двухполупериодный пульсатор, а также механизм снятия доильного аппарата с вымени животного по завершении процесса доения; Переносной манипулятор для доения коров [RU 2221417 С2, А01J 5/007 (2000.01), 20.01.2004], который состоит из доильного аппарата, тросом соединенного с пневмоцилиндром и посредством молочного шланга и патрубка с блоком управления. Блок управления посредством разъемного соединения прикреплен к вакуумпроводу и молокопроводу линейной доильной установки и содержит датчик потока молока с регулятором вакуума, пневмоклапан и источник электрической энергии.

Данные устройства не обеспечивают повышение эффективности машинного доения на линейных доильных установках.

Наиболее близким к изобретению является переносной манипулятор для доения коров [RU 2649668 С1, А01J 7/00 (2006.01), 04.04.2018], который включает доильный аппарат, состоящий из доильных стаканов с подсосковой и межстенной камерой, образуемых сосковой резиной, четырехсекционного коллектора с секциями, которые в нижней части объединены молокоприемной камерой, соединяемой с молокопроводом доильной установки. В верхней части секции коллектора объединены камерой постоянного вакуумметрического давления, соединяемой с вакуумной магистралью доильной установки. Каждая секция коллектора содержит камеру управления, сообщаемую с камерой постоянного вакуумметрического давления и с атмосферой. Камера постоянного вакуумметрического давления переливным отверстием соединена с молокоприемной камерой коллектора и выполнена в виде молоколовушки. Пневмоцилиндр снятия доильного аппарата через двухходовой электровентиль соединен с вакуумной магистралью или атмосферой и подвешен на вакуум-проводе доильной установки.

Однако данное устройство также не обеспечивает повышение эффективности машинного доения на линейных доильных установках.

(Продолжение прил. А)

ИЗ №2695868

Задача изобретения - обеспечить повышение эффективности машинного доения коров на линейных доильных установках.

Для достижения этого каждая секция коллектора содержит две камеры управления, разделяемые перегородкой и сообщаемые между собой калиброванным каналом и камеру рабочего вакуумметрического давления, которая патрубком с калиброванным каналом для поступления атмосферного воздуха соединена с подсосковой камерой доильного стакана и выполнена в виде молоколовушки с поплавком, который содержит магнит, магнитное поле которого взаимодействует с герконом при нижнем положении поплавка в молоколовушке. В камере рабочего вакуумметрического давления коаксиально установлен подвижной патрубок, верхний обрез которого содержит буртик и образует с мембраной калиброванную щель, а нижний обрез, который содержит калиброванную выемку с посадочным гнездом в отверстии, выполненном в дне камеры рабочего вакуумметрического давления, образует калиброванный канал для истечения молока из камеры рабочего вакуумметрического давления в молокоприемную камеру коллектора с заданной интенсивностью, например 50 мл/мин, при нижнем его положении. Камеры регулируемого вакуумметрического давления, соединяемые с межстенными камерами доильных стаканов, содержат коаксиально установленные патрубки, нижний обрез которых образует с мембраной калиброванную щель, и которые объединены распределительной камерой, через пульсатор сообщаемой с вакуумной магистралью. Для управления положением клапана при снятии доильного аппарата с вымени коровы по завершению доения на молокоприемной камере установлен рычаг, одним концом который соединен с клапаном, а к другому присоединен трос пружинного механизма снятия доильного аппарата, который содержит фиксатор барабана троса, электрически связанный с блоком управления.

Предлагаемое изобретение будет понято из следующего описания и приложенных чертежей.

На фиг. 1 приведена схема переносного манипулятора для доения коров, общий вид. На фиг. 2 приведена схема коллектора переносного манипулятора для доения коров.

Переносной манипулятор для доения коров (фиг. 1) включает доильный аппарат, который состоит из доильных стаканов 1 с подсосковой 2 и межстенной камерой 3, образуемых сосковой резиной 4, четырехсекционного коллектора 5 с секциями 6, которые в нижней части объединены молокоприемной камерой 7, патрубком 8, перекрываемым клапаном 9, соединяемой с молокопроводом 10 доильной установки. В верхней части секции 6 коллектора 5 объединены камерой 11 постоянного вакуумметрического давления, соединяемой с вакуумной магистралью 12 доильной установки. Каждая секция 6 (фиг. 1), (фиг. 2) коллектора 4 содержит две камеры управления 13 и 14, разделяемые перегородкой 15 и сообщаемые между собой калиброванным каналом 16. Камера управления 13 калиброванным каналом 17 сообщена с камерой 11 постоянного вакуумметрического давления, а калиброванным каналом 18 с электроклапаном 19 - с атмосферой. Камера управления 13 мембраной 20 отделена от камеры 21 рабочего вакуумметрического давления, в которой коаксиально установлен подвижной патрубок 22, верхний обрез которого содержит буртик 23 и образует с мембраной 20 калиброванную щель 24, а нижний обрез, который содержит калиброванную выемку 25, с посадочным гнездом в отверстии 26, выполненном в дне камеры 21 рабочего вакуумметрического давления, образует калиброванный канал для истечения молока из камеры 21 рабочего вакуумметрического давления в молокоприемную камеру 7 коллектора с заданной интенсивностью, например 50 мл/мин, при нижнем его положении. Камера 21 рабочего вакуумметрического давления (фиг. 1) патрубком 27 с калиброванным каналом 28 для поступления атмосферного воздуха соединена с подсосковой камерой 2 доильного стакана 1 и выполнена в виде молоколовушки с поплавком 29, который содержит магнит 30, магнитное поле которого взаимодействует с герконом 31 при нижнем положении поплавка 29 в молоколовушке. Камера управления 14 (фиг. 2) мембраной 32 отделена от камеры 33 регулируемого вакуумметрического давления, в которой коаксиально установлен патрубок 34, нижний обрез которого образует с мембраной 32 калиброванную щель 35. Камера 33 регулируемого вакуумметрического

(Продолжение прил. А)

ИЗ №2695868

давления (фиг. 1) патрубком 36 соединена с межстенной камерой 3 доильного стакана 1. Патрубки 34 секций 6 объединены распределительной камерой 37, через пульсатор 38 сообщаемой с вакуумной магистралью 12. Для управления положением клапана 9 при снятии доильного аппарата с вымени коровы по завершению доения на молокоприемной камере 7 установлен рычаг 39, одним концом который соединен с клапаном 9, а к другому присоединен трос 40 пружинного механизма 41 снятия доильного аппарата, который содержит фиксатор барабана троса, и подвешен на вакуумпроводе доильной установки (на схеме не показано). Герконы 31, электроклапаны 19 калиброванных каналов 18, фиксатор барабана троса пружинного механизма 41 снятия доильного аппарата электрически связаны с блоком управления 42.

Переносной манипулятор для доения коров (фиг. 1) работает следующим образом. Пружинный механизм 41 подвешивают на вакуумпроводе (на схеме не показано). При этом пружина механически удерживает трос 40, тем самым обеспечивая подвешенное положение коллектора 5 с доильными стаканами 1. Патрубок 8 молокоборной камеры 7 коллектора 5 соединяют с молокопроводом 10, а камеру 11 постоянного вакуумметрического давления и пульсатор 34 подключают к вакуумной магистрали 12 и включают блок управления 42. Через камеру 11 и далее калиброванные каналы 17 (фиг. 2) вакуумметрическое давление поступает в камеры управления 13 всех четырех секций 6 коллектора 5, которые калиброванными каналами 18 с электроклапанами 19 соединены с атмосферой. Поступлением атмосферного воздуха через калиброванные каналы 18 обеспечивают установление в камерах управления 13 пониженного вакуумметрического давления, например, 33 кПа. Одновременно через калиброванный канал 16 в перегородке 15 пониженное вакуумметрическое давление поступает и в камеру управления 14. Из вакуумной магистрали 12 через пульсатор 38 и распределительную камеру 37 переменное вакуумметрическое давление поступает в патрубок 34 и далее, через калиброванную щель 35, поступает в камеру 33 регулируемого вакуумметрического давления. А так как в камере управления 14 пониженное вакуумметрическое давление, то мембрана 32, прогибаясь вверх под воздействием перепада давления в камере управления 14 и патрубке 34, в который от пульсатора поступает номинальное вакуумметрическое давление, например 48 кПа, ограничивает вакуумметрическое давление в камере 33 регулируемого вакуумметрического давления, например до 33 кПа, которое по патрубку 36 (фиг. 1) и поступает в межстенную камеру 3 доильного стакана 1. При этом пульсирующее вакуумметрическое давление, поступающее в патрубки 34 от пульсатора 38 вызывает колебания мембраны 32 (фиг. 2), а значит и давления в камере управления 14. Калиброванный канал 16 в перегородке 15 уменьшает степень влияния колебаний вакуумметрического давления в камере управления 14 на вакуумметрическое давление в камере управления 13 в процессе пульсаций пульсатора. Из молокопровода 10 (фиг. 1) вакуумметрическое давление поступает в патрубок 8 молокоприемной камеры 7 четырехсекционного коллектора, перекрытый клапаном 9. Манипулятор готов к работе.

Доильный аппарат устанавливают на вымя коровы. Для этого включают блок управления 42 и, увлекая трос 40, вращают барабан пружинного механизма 41, тем самым взводя пружину и освобождая доильный аппарат. При этом фиксатором предотвращают обратное вращение барабана. Доильные стаканы 1 подводят под вымя коровы (на схеме не показано) и открывают клапан 9. При этом вакуумметрическое давление поступает в молокоприемную камеру 7 и далее через отверстие 26 (фиг. 2), подвижной патрубок 22 и калиброванную щель 24, - в камеру 21 рабочего вакуумметрического давления. А так как из молокопровода 10 поступает номинальное вакуумметрическое давление, например 48 кПа, а в камере управления 13 пониженное вакуумметрическое давление (33 кПа), то мембрана 20, прогибаясь вниз под воздействием перепада давлений, уменьшает калиброванную щель 24, тем самым ограничивая откачку воздуха из камеры 21 рабочего вакуумметрического давления, что обеспечивает установление в ней пониженного вакуумметрического давления, которое по патрубку 27 поступает в подсосковую камеру 2 (фиг. 1) доильного стакана 1. Доильные стаканы надевают на соски вымени и осуществляют доение в стимулирующем режиме. Молоко из подсосковой камеры 2 каждого

(Продолжение прил. А)

ИЗ №2695868

доильного стакана поступает в камеру 21 рабочего вакуумметрического давления и далее при интенсивности потока молока ниже 50 мл/мин, стекает через калиброванный канал, образуемый выемкой 25 (фиг. 2) в нижнем обресе подвижного патрубка 22 и посадочным гнездом отверстия 26, в молокоприемную камеру 7 коллектора 5 (фиг. 1) и далее через патрубок 8 в молокопровод 10. При этом поступающий через калиброванный канал 28 в патрубок 27 атмосферный воздух способствует активному движению молока и стабилизации заданного вакуумметрического давления в подсосковой камере 2 доильного стакана 1. При увеличении потока молока в каком-либо доильном стакане 1 происходит его накопление в камере 21 рабочего вакуумметрического давления соответствующей ему секции 6, что приводит к всплытию поплавка 29 (фиг. 2) и удалению установленного в нем магнита 30 из зоны взаимодействия с герконом 31, что приводит к его срабатыванию и, как следствие, срабатыванию по команде блока управления 42 электроклапана 19, который перекрывает доступ атмосферного воздуха через калиброванный канал 18 в камеру управления 13. Это приводит к увеличению вакуумметрического давления в камере управления 13, а также в камере управления 14 до номинального (48 кПа) и, как следствие, выравниванию мембраны 20 и мембраны 32 и увеличению до номинального вакуумметрического давления в камере 21 рабочего вакуумметрического давления, в камере 33 регулируемого вакуумметрического давления и далее в подсосковой камере 2 (фиг. 1) и межстенной камере доильного стакана 1. При этом, при накоплении молока в камере 21 рабочего вакуумметрического давления его перетекание в молокоприемную камеру 7 происходит через верхний обрест подвижного патрубка 22, а также через щель, образуемую нижним обрестом подвижного патрубка 22 и посадочным гнездом отверстия 26 при воздействии всплываемого поплавка 29 на буртик 23 подвижного патрубка 22 и его перемещения вверх. Таким образом осуществляют доение в номинальном режиме.

При последующем снижении интенсивности потока молока, поплавок 29 меняет свое положение, опускаясь вниз, и перемещает магнит 30 в зону взаимодействия его магнитного поля с герконом 31. Происходит обратное переключение на стимулирующий режим работы. Такое переключение происходит по каждому соску в отдельности, тем самым обеспечивая оптимальный режим доения. При снижении интенсивности потока молока во всех секциях 6 коллектора 5, блоком управления 42 расфиксируют барабан. При этом трос 40, наматываясь на барабан, воздействует на рычаг 39 и перекрывает клапаном 9 патрубок 8, тем самым отключая доильный аппарат от молокопровода 10, и снимает доильный аппарат с вымени коровы. Доение завершено.

Применение данного переносного манипулятора для доения коров на доильных установках типа АДМ-8 позволит повысить производительность труда на 35-40% и снизить заболеваемость вымени коров маститом на 12-14%.

Источники информации:

RU 2348149 С1, А01J 7/00 (2006.01), 10.03.2009;

RU 2221417 С2, А01J 5/007 (2000.01), 20.01.2004;

RU 2649668 С1, А01J 7/00 (2006.01), 04.04.2018.

Формула изобретения

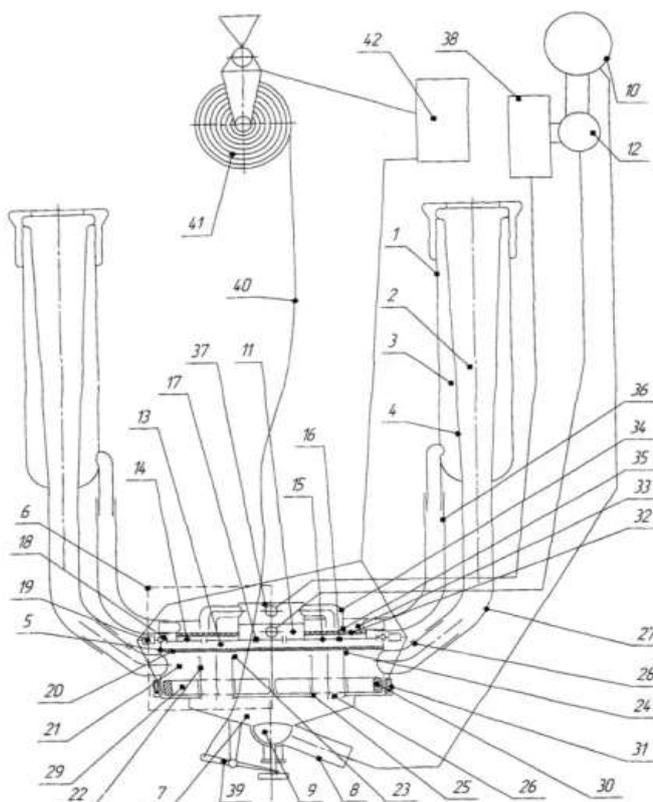
Переносной манипулятор для доения коров, включающий доильный аппарат, который состоит из доильных стаканов, четырехсекционного коллектора с секциями, которые в нижней части объединены молокоприемной камерой, а в верхней части - камерой постоянного вакуумметрического давления, соединяемой с вакуумной магистралью доильной установки, отличающийся тем, что каждая секция коллектора содержит две камеры управления, разделяемые перегородкой и сообщаемые между собой калиброванным каналом, и камеру рабочего вакуумметрического давления, которая патрубок с калиброванным каналом для поступления атмосферного воздуха соединена с подсосковой камерой доильного стакана и выполнена в виде молоколовушки с поплавком, который содержит магнит, магнитное поле которого взаимодействует с герконом при нижнем положении поплавка в молоколовушке,

(Продолжение прил. А)

ИЗ №2695868

причем в камере рабочего вакуумметрического давления коаксиально установлен подвижной патрубков, верхний обрез которого содержит буртик и образует с мембраной калиброванную щель, а нижний обрез, который содержит калиброванную выемку, с посадочным гнездом в отверстии, выполненном в дне камеры рабочего вакуумметрического давления, образует калиброванный канал для истечения молока из камеры рабочего вакуумметрического давления в молокоприемную камеру коллектора с заданной интенсивностью, например 50 мл/мин, при нижнем его положении, при этом камеры регулируемого вакуумметрического давления, соединяемые с межстенными камерами доильных стаканов, содержат коаксиально установленные патрубки, нижний обрез которых образует с мембраной калиброванную щель, и которые объединены распределительной камерой, через пульсатор сообщаемой с вакуумной магистралью, а для управления положением клапана при снятии доильного аппарата с вымени коровы по завершению доения, на молокоприемной камере установлен рычаг, одним концом который соединен с клапаном, а к другому присоединен трос пружинного механизма снятия доильного аппарата, который содержит фиксатор барабана троса, электрически связанный с блоком управления.

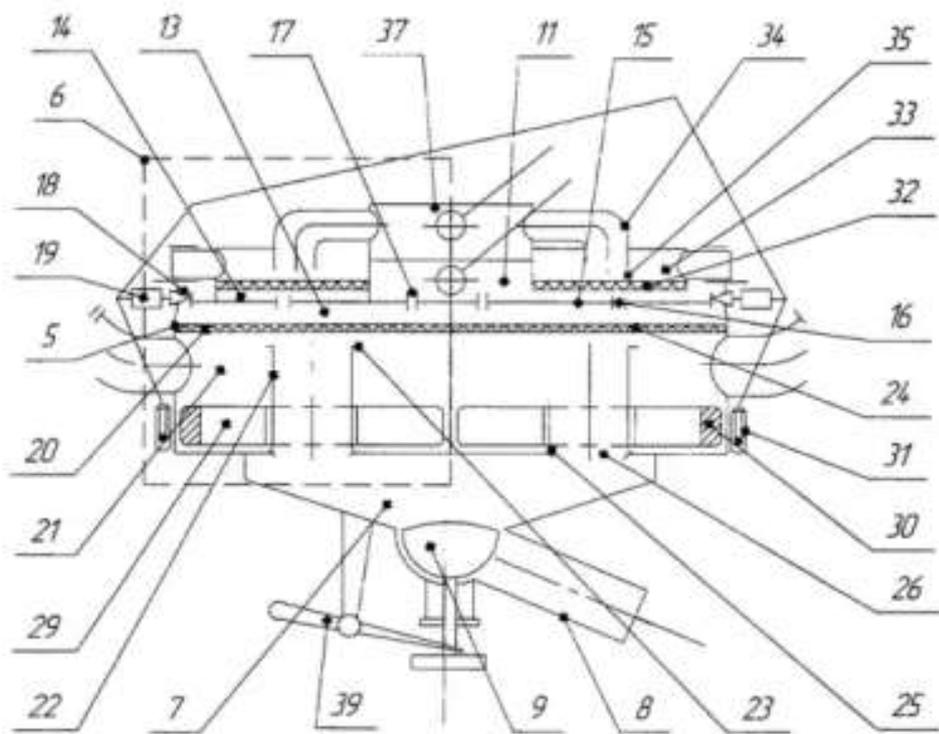
ИЗ №2695868



Фиг. 1

(Продолжение прил. А)

ИЗ №2695868



Фиг. 2

Приложение Б
(Обязательное)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 202513

Доильный аппарат

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина" (RU)*

Авторы: *Кузьмина Ольга Сергеевна (RU), Ужик Владимир Федорович (RU), Китаёва Оксана Владимировна (RU), Тетерядченко Алексей Иванович (RU), Китаёв Юрий Александрович (RU)*

Заявка № 2020134689

Приоритет полезной модели 21 октября 2020 г.

Дата государственной регистрации в

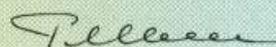
Государственном реестре полезных

моделей Российской Федерации 20 февраля 2021 г.

Срок действия исключительного права

на полезную модель истекает 21 октября 2030 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев

(Продолжение прил. Б)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **202 513** (13) U1

(51) МПК
A01J 7/00 (2006.01)
 (52) СПК
A01J 7/00 (2021.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 20.02.2021)

(21)(22) Заявка: [2020134689](#), 21.10.2020(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.10.2020Дата регистрации:
20.02.2021Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 21.10.2020(45) Опубликовано: [20.02.2021](#) Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2695868 C1, 29.07.2019. RU 2649668 C1, 04.04.2018. RU 2348149 C1, 10.03.2009. RU 67397 U1, 27.10.2007. US 3977362 A, 31.08.1976. US 4306454 A, 22.12.1981.

Адрес для переписки:
308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, 24, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Н.Е. Крючковой

(72) Автор(ы):

Кузьмина Ольга Сергеевна (RU),
 Ужик Владимир Федорович (RU),
 Китаёва Оксана Владимировна (RU),
 Тетерядченко Алексей Иванович (RU),
 Китаёв Юрий Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина" (RU)

(54) Доильный аппарат

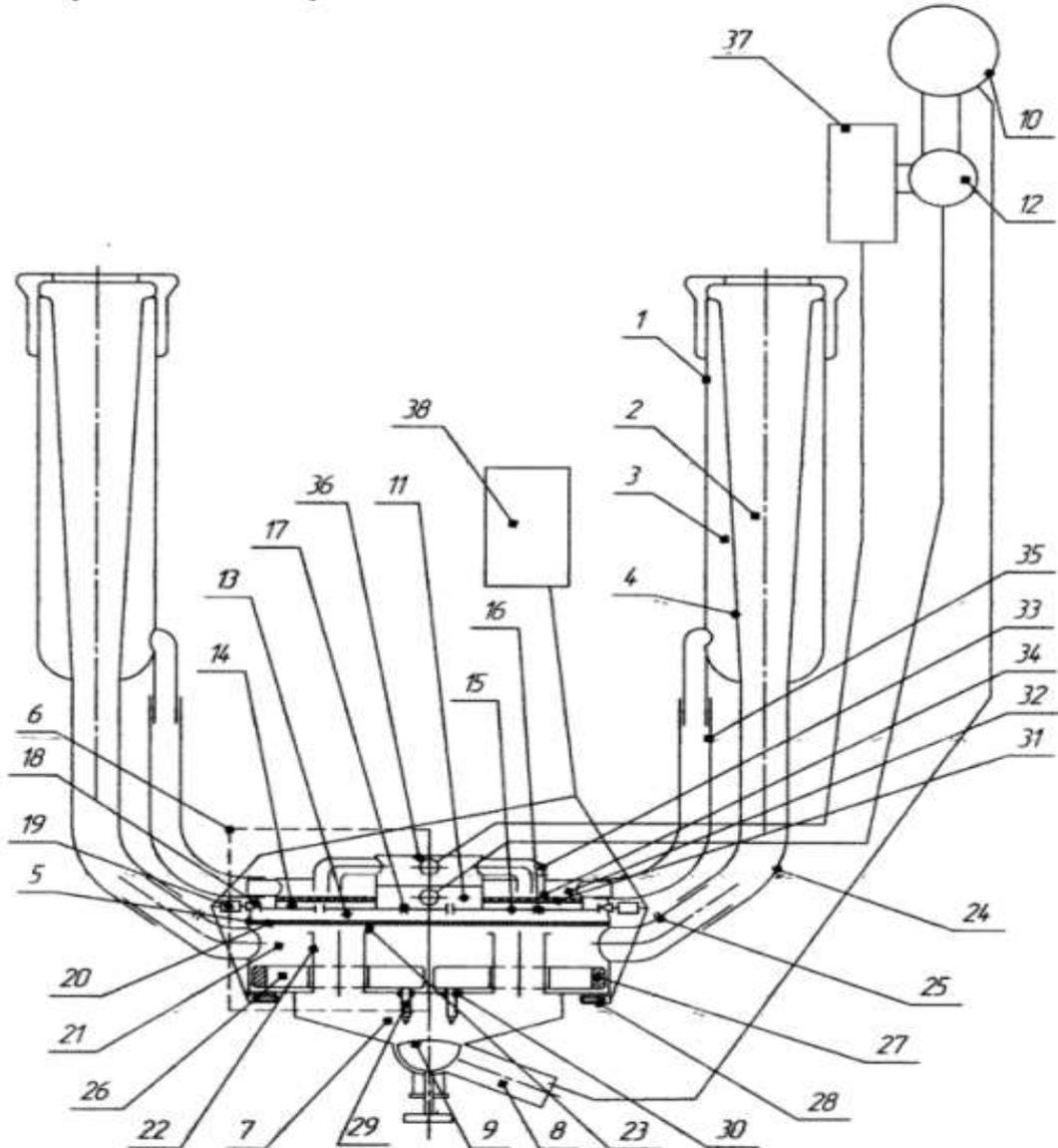
(57) Реферат:

Полезная модель относится к сельскому хозяйству, в частности к устройствам для механизации животноводства, и может быть использована для доения коров. Задача полезной модели - обеспечить повышение эффективности машинного доения коров на линейных доильных установках. Для достижения этого в камере рабочего вакуумметрического давления коаксиально выполнен патрубок, сообщаемый с молокоприемной камерой коллектора, верхний обрез которого с мембраной образует калиброванную щель; поплавков содержит магнит, магнитное поле которого взаимодействует с герконом при нижнем положении поплавка в молоколовушке, и иглу, которая в отверстии, выполненном в дне камеры рабочего вакуумметрического давления, образует калиброванный канал для истечения молока из камеры рабочего вакуумметрического давления в молокоприемную камеру коллектора с заданной интенсивностью, например 50 мл/мин, при нижнем его положении; герконы и

(Продолжение прил. Б)

ПМ №202513

электродвигатели калиброванных каналов соединены с источником питания



Фиг. 1.

Описание полезной модели

Полезная модель относится к сельскому хозяйству, в частности к устройствам для механизации животноводства, и может быть использована для доения коров.

Известны следующие аналогичные устройства: переносной манипулятор для доения коров [RU 2348149 C1, A01J 7/00 (2006.01), 10.03.2009], который включает доильный аппарат, блок управления, посредством разъема прикрепляемый к молокопроводу и вакуумпроводу доильной установки, молоколовушку с поплавком, посредством молочной трубки соединяемой с молокоприемной камерой коллектора, двухполупериодный пульсатор, а также механизм снятия доильного аппарата с вымени животного по завершении процесса доения; переносной манипулятор для доения коров [RU 2649668 C1, A01J 7/00 (2006.01), A01J 7/00 (2006.01), 04.04.2018], который включает доильный аппарат, состоящий из доильных стаканов с подсосковой и межстенной камерой, образуемых сосковой резиной, четырехсекционного коллектора с секциями, которые в нижней части объединены молокоприемной камерой, соединяемой с молокопроводом доильной установки. В верхней части секции коллектора объединены камерой постоянного вакуумметрического давления.

(Продолжение прил. Б)

ПМ №202513

соединяемой с вакуумной магистралью доильной установки. Каждая секция коллектора содержит камеру управления, сообщаемую с камерой постоянного вакуумметрического давления и с атмосферой. Камера постоянного вакуумметрического давления переливным отверстием соединена с молокоприемной камерой коллектора и выполнена в виде молоколовушки.

Данные устройства не обеспечивают повышение эффективности машинного доения коров на линейных доильных установках.

Наиболее близким к полезной модели является переносной манипулятор для доения коров [RU 2695868 C1, A01J 7/00 (2006.01), A01J 7/00 (2019.05), 29.07.2019], в котором каждая секция коллектора содержит две камеры управления, разделяемые перегородкой и сообщаемые между собой калиброванным каналом и камеру рабочего вакуумметрического давления, которая патрубком с калиброванным каналом для поступления атмосферного воздуха соединена с подсосковой камерой доильного стакана и выполнена в виде молоколовушки с поплавком, который содержит магнит, магнитное поле которого взаимодействует с герконом при нижнем положении поплавка в молоколовушке. В камере рабочего вакуумметрического давления коаксиально установлен подвижной патрубок, верхний обрез которого содержит буртик и образует с мембраной калиброванную щель, а нижний обрез, который содержит калиброванную выемку с посадочным гнездом в отверстии, выполненном в дне камеры рабочего вакуумметрического давления, образует калиброванный канал для истечения молока из камеры рабочего вакуумметрического давления в молокоприемную камеру коллектора с заданной интенсивностью, например 50 мл/мин, при нижнем его положении. Камеры регулируемого вакуумметрического давления, соединяемые с межстенными камерами доильных стаканов, содержат коаксиально установленные патрубки, нижний обрез которых образует с мембраной калиброванную щель, и которые объединены распределительной камерой, через пульсатор сообщаемой с вакуумной магистралью.

Однако данное устройство также не обеспечивает повышение эффективности машинного доения коров на линейных доильных установках.

Задача полезной модели - обеспечить повышение эффективности машинного доения коров на линейных доильных установках.

Для достижения этого в камере рабочего вакуумметрического давления коаксиально выполнен патрубок, сообщаемый с молокоприемной камерой коллектора, верхний обрез которого с мембраной образует калиброванную щель, поплавок содержит магнит, магнитное поле которого взаимодействует с герконом при нижнем положении поплавка в молоколовушке, и иглу которая в отверстии, выполненном в дне камеры рабочего вакуумметрического давления, образует калиброванный канал для истечения молока из камеры рабочего вакуумметрического давления в молокоприемную камеру коллектора с заданной интенсивностью, например 50 мл/мин, при нижнем его положении; герконы и электроклапаны калиброванных каналов соединены с источником питания. Предлагаемая полезная модель будет понята из следующего описания и приложенных чертежей.

На фиг. 1 приведена схема доильного аппарата, общий вид.

Доильный аппарат (фиг. 1) состоит из доильных стаканов 1 с подсосковой 2 и межстенной камерой 3, образуемых сосковой резиной 4, четырехсекционного коллектора 5 с секциями 6, которые в нижней части объединены молокоприемной камерой 7, патрубком 8, перекрываемым клапаном 9, соединяемой с молокопроводом 10 доильной установки. В верхней части секции 6 коллектора 5 объединены камерой 11 постоянного вакуумметрического давления, соединяемой с вакуумной магистралью 12 доильной установки. Каждая секция 6 коллектора 5 содержит две камеры управления 13 и 14, разделяемые перегородкой 15 и сообщаемые между собой калиброванным каналом 16. Камера управления 13 калиброванным каналом 17 сообщена с камерой 11 постоянного вакуумметрического давления, а калиброванным каналом 18 с электроклапаном 19 - с атмосферой. Камера управления 13 мембраной 20 отделена от камеры 21 рабочего вакуумметрического давления, в которой коаксиально выполнен патрубок 22, сообщаемый с молокоприемной камерой 7 коллектора 5. Верхний обрез патрубка 22 образует с мембраной 20 калиброванную щель 23. Камера 21 рабочего вакуумметрического давления патрубком 24 с калиброванным каналом 25 для поступления атмосферного воздуха соединена с подсосковой камерой 2 доильного стакана 1 и выполнена в виде молоколовушки с поплавком 26, который содержит магнит 27, магнитное поле которого взаимодействует с герконом 28 при нижнем положении поплавка 26 в молоколовушке, и иглу 29, которая в отверстии 30, выполненном в дне камеры 21 рабочего вакуумметрического давления, образует калиброванный канал для истечения молока из камеры 21 рабочего вакуумметрического давления в молокоприемную камеру 7

ПМ №202513

коллектора с заданной интенсивностью, например 50 мл/мин, при нижнем его положении. Камера управления 14 мембраной 31 отделена от камеры 32 регулируемого вакуумметрического давления, в которой коаксиально установлен патрубок 33, нижний обрез которого образует с мембраной 31 калиброванную щель 34. Камера 32 регулируемого вакуумметрического давления патрубком 35 соединена с межстенной камерой 3 доильного стакана 1. Патрубки 33 секций 6 объединены распределительной камерой 36, через пульсатор 37 сообщаемой с вакуумной магистралью 12. Герконы 28 и электроклапаны 19 калиброванных каналов 18 соединены с источником питания 38.

Доильный аппарат работает следующим образом. Патрубок 8 молокоборной камеры 7 коллектора 5 соединяют с молокопроводом 10, а камеру 11 постоянного вакуумметрического давления и пульсатор 37 подключают к вакуумной магистрали 12 и включают источник питания 38. Через камеру 11 и далее калиброванные каналы 17 вакуумметрическое давление поступает в камеру управления 13 всех четырех секций 6 коллектора 5, которые калиброванными каналами 18 с электроклапанами 19 соединены с атмосферой. Поступлением атмосферного воздуха через калиброванные каналы 18 обеспечивают установление в камерах управления 13 пониженного вакуумметрического давления, например, 33 кПа. Одновременно через калиброванный канал 16 в перегородке 15 пониженное вакуумметрическое давление поступает и в камеру управления 14. Из вакуумной магистрали 12 через пульсатор 37 и распределительную камеру 36 переменное вакуумметрическое давление поступает в патрубок 33 и далее, через калиброванную щель 34, поступает в камеру 32 регулируемого вакуумметрического давления. А так как в камере управления 14 пониженное вакуумметрическое давление, то мембрана 31, прогибаясь вверх под воздействием перепада давления в камере управления 14 и патрубке 33, в который от пульсатора поступает номинальное вакуумметрическое давление, например 48 кПа, ограничивает вакуумметрическое давление в камере 32 регулируемого вакуумметрического давления, например до 33 кПа, которое по патрубку 35 и поступает в межстенную камеру 3 доильного стакана 1. При этом пульсирующее вакуумметрическое давление, поступающее в патрубки 33 от пульсатора 37 вызывает колебания мембраны 31, а значит и давления в камере управления 14. Калиброванный канал 16 в перегородке 15 уменьшает степень влияния колебаний вакуумметрического давления в камере управления 14 на вакуумметрическое давление в камере управления 13 в процессе пульсаций пульсатора. Из молокопровода 10 вакуумметрическое давление поступает в патрубок 8 молокоприемной камеры 7 четырехсекционного коллектора, перекрытый клапаном 9.

Доильный аппарат готов к работе.

Доильный аппарат устанавливают на вымя коровы. Для этого доильные стаканы 1 подводят под вымя коровы и открывают клапан 9. При этом вакуумметрическое давление поступает в молокоприемную камеру 7 и далее по патрубку 22 и через калиброванную щель 23, - в камеру 21 рабочего вакуумметрического давления. А так как из молокопровода 10 поступает номинальное вакуумметрическое давление, например 48 кПа, а в камере управления 13 пониженное вакуумметрическое давление (33 кПа), то мембрана 20, прогибаясь вниз под воздействием перепада давлений, уменьшает калиброванную щель 23, тем самым ограничивая откачку воздуха из камеры 21 рабочего вакуумметрического давления, что обеспечивает установление в ней пониженного вакуумметрического давления, которое по патрубку 24 поступает в подсосковую камеру 2 доильного стакана 1. Доильные стаканы надевают на соски вымени и осуществляют доение э стимулирующем режиме. Молоко из подсосковой камеры 2 каждого доильного стакана поступает в камеру 21 рабочего вакуумметрического давления и далее с заданной интенсивностью, например 50 мл/мин, при нижнем положении поплавок 26 в молоколовушке, через калиброванный канал, образуемый иглой 29 в отверстии 30, выполненном в дне камеры 21 рабочего вакуумметрического давления, стекает в молокоприемную камеру 7 коллектора и далее через патрубок 8 в молоко-провод 10. При этом поступающий через калиброванный канал 25 в патрубок 24 атмосферный воздух способствует активному движению молока и стабилизации заданного вакуумметрического давления в подсосковой камере 2 доильного стакана 1. При увеличении потока молока в каком-либо доильном стакане 1 происходит его накопление в камере 21 рабочего вакуумметрического давления соответствующей ему секции 6, что приводит к всплытию поплавка 26 и удалению установленного в нем магнита 27 из зоны взаимодействия с герконом 28, что приводит к его срабатыванию и, как следствие, срабатыванию электроклапана 19, который перекрывает доступ атмосферного воздуха через калиброванный канал 18 в камеру управления 13. Это приводит к увеличению вакуумметрического давления в камере управления 13, а также в камере управления

(Продолжение прил. Б)

ПМ №202513

14 до номинального (48 кПа) и, как следствие, выравниванию мембраны 20 и мембраны 31 и увеличению до номинального вакуумметрического давления в камере 21 рабочего вакуумметрического давления, в камере 32 регулируемого вакуумметрического давления и далее в подсосковой камере 2 и межстенной камере доильного стакана 1. При этом, при накоплении молока в камере 21 рабочего вакуумметрического давления его перетекание в молокоприемную камеру 7 происходит через верхний обрез патрубка 22, а также через калиброванный канал, образуемый иглой 29 в отверстии 30, выполненном в дне камеры 21 рабочего вакуумметрического давления.

При последующем снижении интенсивности потока молока, поплавков 26 меняет свое положение, опускаясь вниз, и перемещает магнит 27 в зону взаимодействия его магнитного поля с герконом 28. Происходит обратное переключение на стимулирующий режим работы. Такое переключение происходит по каждому соску в отдельности, тем самым обеспечивая оптимальный режим доения. При снижении интенсивности потока молока во всех секциях 6 коллектора 5, доильный аппарат снимают с вымени коровы. Доение завершено.

Применение данного доильного аппарата обеспечивает повышение эффективности машинного доения на линейных доильных установках.

Источники информации:

RU 2348149 C1, A01J 7/00 (2006.01), 10.03.2009;

RU 2649668 C1, A01J 7/00 (2006.01), A01J 7/00 (2006.01), 04.04.2018;

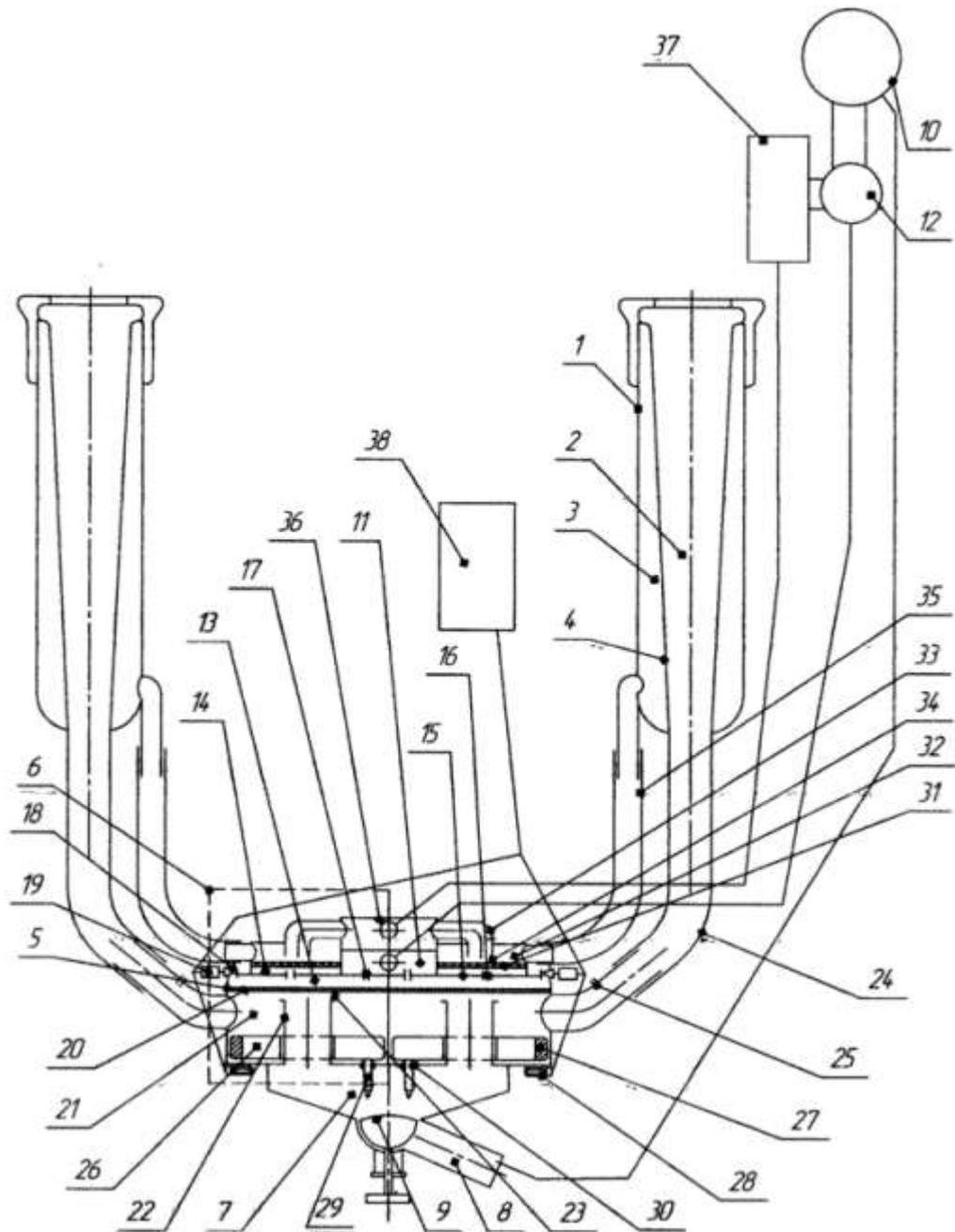
RU 2695868 C1, A01J 7/00 (2006.01), A01J 7/00 (2019.05), 29.07.2019.

Формула полезной модели

Доильный аппарат, включающий доильные стаканы, четырехсекционный коллектор с секциями, которые в нижней части объединены молокоприемной камерой, соединяемой с молокопроводом доильной установки, каждая секция содержит две камеры управления, разделяемые перегородкой и сообщаемые калиброванными каналами между собой и с камерой постоянного вакуумметрического давления, а калиброванным каналом с электроклапаном - с атмосферой, камеру регулируемого вакуумметрического давления, соединяемую с межстенной камерой доильного стакана и камеру рабочего вакуумметрического давления, выполненную в виде молоколовушки с поплавком и соединяемую с подсосковой камерой доильного стакана, мембранами отделяемые от камер управления, отличающийся тем, что в камере рабочего вакуумметрического давления коаксиально выполнен патрубок, сообщаемый с молокоприемной камерой коллектора, верхний обрез которого с мембраной образует калиброванную щель, поплавок содержит магнит, магнитное поле которого взаимодействует с герконом при нижнем положении поплавка в молоколовушке, и иглу, которая в отверстии, выполненном в дне камеры рабочего вакуумметрического давления, образует калиброванный канал для истечения молока из камеры рабочего вакуумметрического давления в молокоприемную камеру коллектора с заданной интенсивностью, например 50 мл/мин, при нижнем его положении; герконы и электроклапаны калиброванных каналов соединены с источником питания.

(Продолжение прил. Б)

ПМ №202513



Фиг. 1.

Приложение В
(Обязательное)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 202514

Стенд для имитации и исследования взаимодействия магнита и геркона датчика потока молока доильного аппарата

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина" (RU)*

Авторы: *Кузьмина Ольга Сергеевна (RU), Ужик Владимир Федорович (RU), Китаёва Оксана Владимировна (RU), Тетерядченко Алексей Иванович (RU), Китаёв Юрий Александрович (RU)*

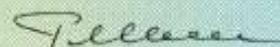
Заявка № 2020136655

Приоритет полезной модели 06 ноября 2020 г.

Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 20 февраля 2021 г.

Срок действия исключительного права на полезную модель истекает 06 ноября 2030 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Исхов

(Продолжение прил. В)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **202 514** (13) **U1**

(51) МПК
A01J 7/00 (2006.01)
 (52) СПК
A01J 7/00 (2020.08)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 20.02.2021)

(21)(22) Заявка: [2020136655](#), 06.11.2020(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.11.2020Дата регистрации:
20.02.2021Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 06.11.2020(45) Опубликовано: [20.02.2021](#) Бюл. № [5](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2175474 C2, 10.11.2001. RU 2643714 C1, 06.02.2018. SU 1109092 A, 23.08.1984. US 2014356227 A1, 04.12.2014.

Адрес для переписки:
308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, 24, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Н.Е. Крючковой

(72) Автор(ы):

Кузьмина Ольга Сергеевна (RU),
 Ужик Владимир Федорович (RU),
 Китаёва Оксана Владимировна (RU),
 Тетерядченко Алексей Иванович (RU),
 Китаёв Юрий Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина" (RU)

(54) Стенд для имитации и исследования взаимодействия магнита и геркона датчика потока молока доильного аппарата

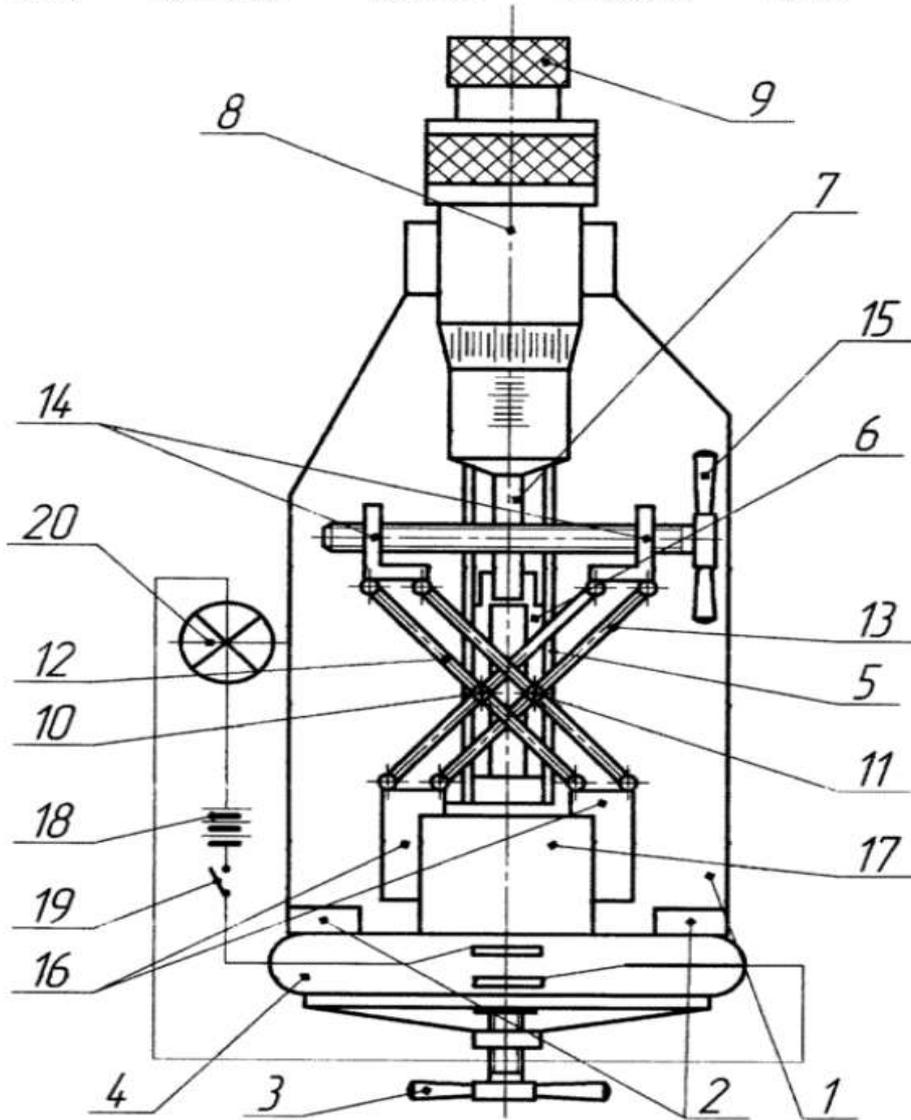
(57) Реферат:

Полезная модель относится к сельскому хозяйству и может быть использована при проведении испытания датчиков потока молока доильного оборудования молочного животноводства. Задача полезной модели - обеспечить имитацию и исследование взаимодействия магнита и геркона датчика потока молока доильного аппарата. Для достижения этого остов содержит кронштейны и винт для фиксации испытуемого геркона в горизонтальном положении; перпендикулярно геркону и симметрично вертикальной его оси симметрии на остоле выполнен паз, в котором расположен ползун, соединенный со штоком жестко прикрепленного к остову микрометрического глубиномера с трещоткой для перемещения штока; ползун содержит шипы, на которые подвижно и крестообразно относительно друг друга боковыми звеньями установлены параллелограммные механизмы, верхние звенья которых сопряжены стяжным винтом, а нижние выполнены в виде губок для фиксации испытуемого магнита; в электрическую цепь с источником питания последовательно с герконом

(Продолжение прил. В)

ПМ №202514

через включатель включена сигнальная лампа. 1 ил.



Фиг. 1

Полезная модель относится к сельскому хозяйству и может быть использована при проведении испытания датчиков потока молока доильного оборудования молочного животноводства.

Известны следующие аналогичные устройства: стенд для испытания доильных аппаратов [RU 2175474 C2, A01J 7/00 (2000.01), 10.11.2001], который содержит раму, емкость с имитатором молока, редуктор с электродвигателем, коллектор, доильные стаканы, имитаторы сосков, устройства для учета и регулирования подачи имитатора молока, соединительные шланги и краны перекрытия.; стенд для имитации работы и испытания датчика потока молока доильного аппарата [RU 2649668 C1, A01J 7/00 (2006.01), A01J 7/00 (2020.02), 21.07.20], в котором к молоколовушке прикреплен вентиль, который гибким патрубком соединен с поплавковой камерой, а для обеспечения возможности перемещения в вертикальной плоскости поплавок камера подвешена на гибкой тяге, через обводной ролик связанной с лебедкой, причем для определения напора истечения жидкости из молоколовушки через калиброванный канал стенд содержит расположенную строго вертикально мерную линейку, верхний обрез которой, совпадающий с началом отсчета шкалы, прикреплен к поплавковой камере на уровне поверхности жидкости в ней. К посадочному гнезду прикреплен трехходовой вентиль, один патрубок которого снабжен датчиком

(Продолжение прил. В)

ПМ №202514

давления и соединен с источником вакуумметрического давления, а второй - направлен в мензурку, над которой установлен отсекающий поток жидкости, направляющий жидкость в сливную емкость и управляемый втягивающим реле с таймером отключателем, а также к молоколовушке присоединен вентиль, патрубок которого соединен с датчиком давления и содержит исследуемый сменный жиклер с изменяемыми параметрами калиброванного канала для подсоса воздуха из атмосферы, причем датчики давления соединены с осциллографом, сигналы от которого фиксируют в компьютере.

Данные устройства не обеспечивают имитацию и исследование взаимодействия магнита и геркона.

Наиболее близким к полезной модели является тестер герконов, компактное мобильное устройство, которое позволяет производить оперативный контроль таких параметров герконов, как магнитодвижущая сила срабатывания, магнитодвижущая сила отпускания, коэффициент возврата. Аппаратура тестера построена на базе микропроцессора, имеет встроенное устройство контактирования, информация выводится на двухстрочный дисплей [<http://www.rmcp.ru/files/rus/pdf/articles/2011/6d39be58165a35602a90ff7ae8ebe5fe.pdf>].

Однако данное устройство также не обеспечивает имитацию и исследование взаимодействия магнита и геркона.

Задача полезной модели - обеспечить имитацию и исследование взаимодействия магнита и геркона.

Для достижения этого остова содержит кронштейны и винт для фиксации испытуемого геркона в горизонтальном положении; перпендикулярно геркону и симметрично вертикальной его оси симметрии на остова выполнен паз, в котором расположен ползун, соединенный со штоком жестко прикрепленного к остову микрометрического глубиномера с трещоткой для перемещения штока; ползун содержит шипы, на которые подвижно и крестообразно относительно друг друга боковыми звеньями установлены параллелограммные механизмы, верхние звенья которых сопряжены стяжным винтом, а нижние выполнены в виде губок для фиксации испытуемого магнита; в электрическую цепь с источником питания последовательно с герконом через включатель включена сигнальная лампа.

На фиг. 1 приведена схема стенда для имитации и исследования взаимодействия магнита и геркона датчика потока молока доильного аппарата, общий вид.

Стенд для имитации и исследования взаимодействия магнита и геркона датчика потока молока доильного аппарата (фиг. 1) состоит из остова 1, который в нижней части содержит кронштейны 2 и винт 3 для фиксации испытуемого геркона 4 в горизонтальном положении. Перпендикулярно геркону 4 и симметрично вертикальной его оси симметрии на остове 1 выполнен паз 5, в котором расположен ползун 6, соединенный со штоком 7 жестко прикрепленного к остову 1 микрометрического глубиномера 8 с трещоткой 9 для перемещения штока 7. Ползун 6 содержит шипы 10 и 11, на которые подвижно и крестообразно относительно друг друга боковыми звеньями установлены параллелограммные механизмы 12 и 13, верхние звенья 14 которых сопряжены стяжным винтом 15, а нижние выполнены в виде губок 16 для фиксации испытуемого магнита 17. В электрическую цепь с источником питания 18 последовательно с герконом 4 через включатель 19 включена сигнальная лампа 20.

Стенд работает следующим образом. Испытуемый геркон 4 укладывают на кронштейны 2 остова 1, фиксируют винтом 3 и включают в последовательную электрическую цепь с источником питания 18, включателем 19 и сигнальной лампой 20. Удерживая магнит 17 в створе губок 16, вращают винт 15, сближая между собой верхние звенья 14. При этом крестообразно установленные относительно друг друга параллелограммные механизмы 12 и 13, проворачиваясь на шипах 10 и 11, сближают между собой губки 16 и фиксируют магнит 17. Затем, вращая трещотку 9, выдвигают шток 7 микрометрического глубиномера 8, тем самым перемещают ползун 6, с установленными на шипах 10 и 11 параллелограммными механизмами 12 и 13, по пазу 5 вниз, до соприкосновения магнита 17 с герконом 4. Вращение трещотки 9 прекращают и снимают показания со шкалы микрометрического глубиномера 8. Включают включатель 19. А так как геркон 4 находится в непосредственной близости от магнита 17 в его магнитном поле, и контакты геркона 4 замкнуты, то сигнальная лампа 20 горит.

Стенд готов к проведению исследований взаимодействия геркона 4 и магнита 17.

Первый этап - определение удаления магнита 17 от геркона 4 в момент размыкания контактов геркона 4, при этом сигнальная лампа 20 гаснет. Вращая трещотку 9, втягивают шток 7 микрометрического глубиномера 8, тем самым перемещают ползун 6, с крестообразно установленными относительно друг друга на шипах 10 и 11

(Продолжение прил. В)

ПМ №202514

параллелограммными механизмами 12 и 13, по пазу 5 вверх, удаляя магнит 17 от геркона 4 до момента размыкания контактов геркона 4 и выключения сигнальной лампы 20. Вращение трещотки 9 прекращают и снимают показания со шкалы микрометрического глубиномера 8.

Второй этап - определение удаления магнита 17 от геркона 4 в момент замыкания контактов геркона 4, при этом сигнальная лампа 20 загорается. Вращая трещотку 9 в противоположном направлении, выдвигают шток 7 микрометрического глубиномера 8, тем самым перемещают ползун 6, с крестообразно установленными относительно друг друга на шипах 10 и 11, параллелограммными механизмами 12 и 13, по пазу 5 вниз, приближая магнит 17 к геркону 4 до момента замыкания контактов геркона 4 и включения сигнальной лампы 20. Вращение трещотки 9 прекращают и снимают показания со шкалы микрометрического глубиномера 8.

Исследования повторяют с требуемой повторностью.

По завершению исследований выключают выключатель 19. Затем, для удобства снятия магнита 17, вращая трещотку 9, втягивают шток 7 микрометрического глубиномера 8, тем самым перемещают ползун 6, с установленными на шипах 10 и 11 параллелограммными механизмами 12 и 13, по пазу 5 вверх. Удерживая магнит 17, вращают винт 15, удаляя друг от друга верхние звенья 14. При этом крестообразно установленные относительно друг друга параллелограммные механизмы 12 и 13, проворачиваясь на шипах 10 и 11, увеличивают расстояние между губками 16 и расфиксируют магнит 17. Магнит 17 снят со стенда. Затем, испытуемый геркон 4 выключают с последовательной электрической цепи с источником питания 18, выключателем 19 и сигнальной лампой 20, расфиксируют его, вращая винт 3, и снимают со стенда.

Исследование завершено.

Применение данного стенда обеспечивает имитацию и исследование взаимодействия магнита и геркона датчика потока молока доильного аппарата.

Источники информации:

1. RU 2175474 C2, 7 A01J 7/00 (2000.01), 10.11.2001.
2. RU 2649668 C1, A01J 7/00 (2006.01), A01J 7/00 (2020.02), 21.07.20.
- 3.

<http://www.rmcip.ru/files/rus/pdf/articles/2011/6d39be58165a35602a90ff7ae8ebe5fe.pdf>.

Формула полезной модели

Стенд для имитации и исследования взаимодействия магнита и геркона датчика потока молока доильного аппарата, включающий встроенное устройство контактирования, отличающийся тем, что остов стенда содержит кронштейны и винт для фиксации в горизонтальном положении устройства контактирования в виде испытуемого геркона, при этом перпендикулярно геркону и симметрично вертикальной его оси симметрии на остоле выполнен паз, в котором установлен ползун, соединенный со штоком жестко прикрепленного к остову микрометрического глубиномера, имеющего трещотку для перемещения штока, причем ползун содержит шипы, на которых подвижно и крестообразно относительно друг друга боковыми звеньями установлены параллелограммные механизмы, верхние звенья которых сопряжены стяжным винтом, а нижние выполнены в виде губок для фиксации магнита, кроме того, в электрическую цепь с источником питания последовательно с герконом через выключатель включена сигнальная лампа.

Приложение Г
(Обязательное)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2727358

**Стенд для имитации работы и испытания датчика потока
молока доильного аппарата**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
"Белгородский государственный аграрный университет
имени В.Я. Горина" (RU)*

Авторы: *Ужик Владимир Федорович (RU), Кузьмина Ольга
Сергеевна (RU), Китаёва Оксана Владимировна (RU),
Тетерядченко Алексей Иванович (RU), Прокофьев Василий
Валерьевич (RU)*

Заявка № 2019133741

Приоритет изобретения 22 октября 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 21 июля 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 22 октября 2039 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Изhev

(Продолжение прил. Г)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 727 358** ⁽¹³⁾ **C1**(51) МПК
A01J 7/00 (2006.01)
(52) СПК
A01J 7/00 (2020.02)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: действует (последнее изменение статуса: 21.07.2020)

(21)(22) Заявка: **2019133741**, **22.10.2019**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.10.2019Дата регистрации:
21.07.2020Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **22.10.2019**(45) Опубликовано: **21.07.2020** Бюл. № **21**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2298317 C2, 10.05.2007. RU**
2175474 C2, 10.11.2001. RU 2285390 C2,
20.10.2006. EP 3506740 A1, 10.07.2019. WO
2001032004 A1, 10.05.2001.Адрес для переписки:
308503, Белгородская обл., Белгородский р-
н, п. Майский, ул. Вавилова, 24, ФГБОУ
ВО Белгородский ГАУ, Н.Е. Крючковой

(72) Автор(ы):

Ужик Владимир Федорович (RU),
Кузьмина Ольга Сергеевна (RU),
Китаёва Оксана Владимировна (RU),
Тетерядченко Алексей Иванович (RU),
Прокофьев Василий Валерьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Белгородский
государственный аграрный университет
имени В.Я. Горина" (RU)

(54) Стенд для имитации работы и испытания датчика потока молока доильного аппарата

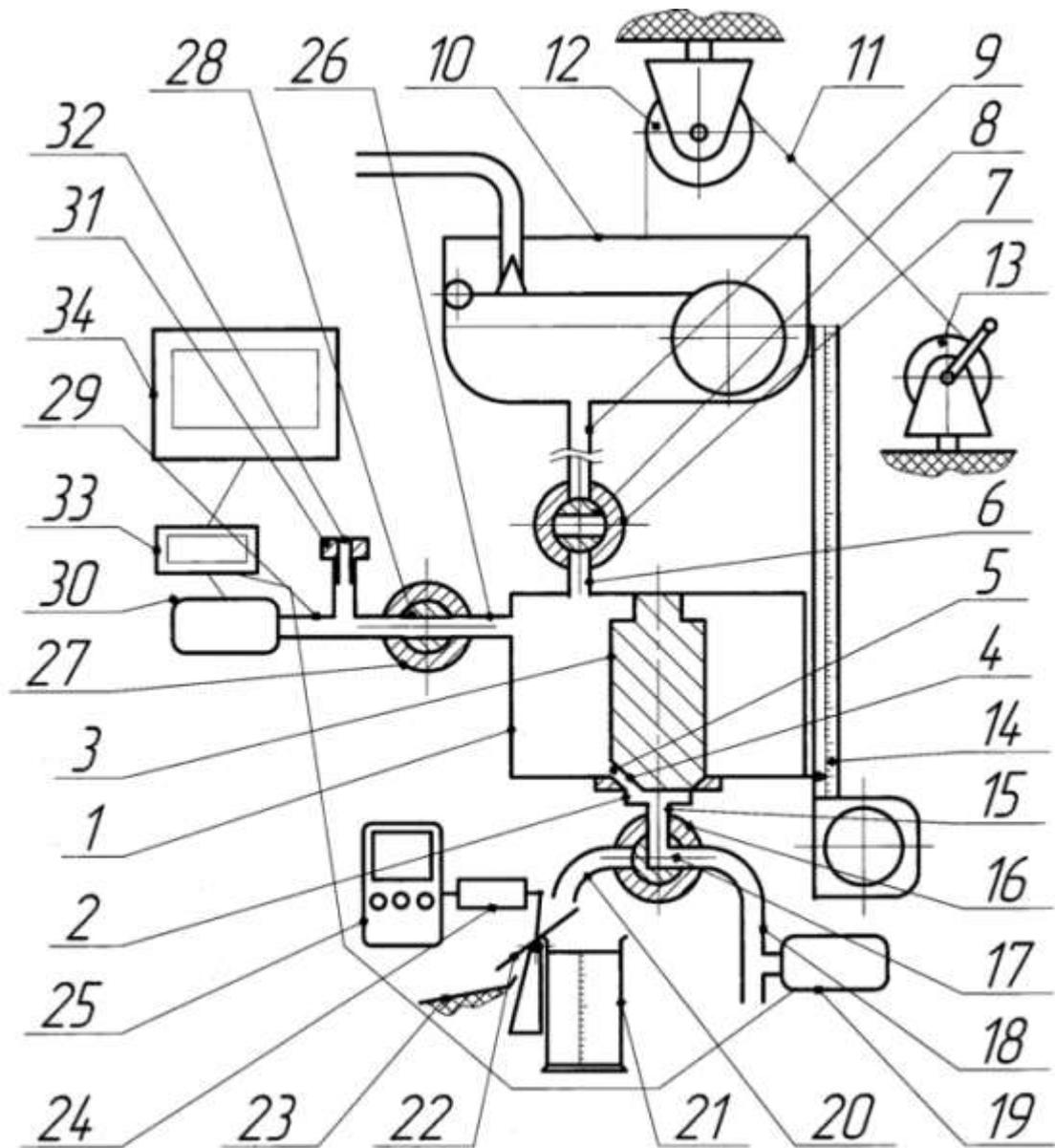
(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к стендам для испытания доильных аппаратов. Стенд включает молоколовушку (1) с посадочным гнездом (2) и стержнем (3) с выемкой (4), которыми образован калиброванный канал (5). К молоколовушке прикреплен вентиль (7) с золотником (8), который гибким патрубком (9) соединен с поплавковой камерой (10). Поплавковая камера подвешена на гибкой тяге (11), через обводной ролик (12) связанной с лебедкой (13). К поплавковой камере прикреплена вертикальная мерная линейка (14). К посадочному гнезду прикреплен трехходовой вентиль (16) с золотником (17), один патрубок (18) которого снабжен датчиком давления (19) и соединен с источником вакуумметрического давления, а второй патрубок (20) направлен в мензурку (21). Над мензуркой установлен отсекающий поток жидкости, направляющий жидкость в сливную емкость (23) и управляемый втягивающим реле (24) с таймером-отключателем (25). К молоколовушке присоединен вентиль (27) с золотником (28), патрубок (29) которого соединен с датчиком давления (30) и содержит исследуемый сменный жиклер (31). Датчики давления (19, 30) соединены с осциллографом (33), сигналы от которого фиксируются в компьютере (34). Улучшается имитация работы датчика потока молока.

3

ил.

(Продолжение прил. Г)



Фиг. 3

(Продолжение прил. Г)

Изобретение относится к сельскому хозяйству и может быть использовано при проведении испытания доильного оборудования молочного животноводства.

Известны следующие аналогичные устройства: Стенд для испытания доильных аппаратов [RU 2285390 C2, A01J 7/00 (2006.01), 20.10.2006], состоящий из рамы, имитатора вымени с искусственными сосками и емкости с имитатором молока; стенд для испытания доильных аппаратов [RU 2175474 C2, A01J 7/00 (2000.01), 10.11.2001], который содержит раму, емкость с имитатором молока, редуктор с электродвигателем, коллектор, доильные стаканы, имитаторы сосков, устройства для учета и регулирования подачи имитатора молока, соединительные шланги и краны перекрытия.

Данные устройства не обеспечивают имитацию работы и испытание датчика потока молока доильного аппарата.

Наиболее близким к изобретению является стенд для испытания доильных аппаратов [RU 2298317 C2, A01J 7/00 (2006.01), 10.05.2007], который содержит раму, емкость с имитатором молока, имитаторы сосков, на которые надевают доильные стаканы, насос с электродвигателем и компьютер. Включение электродвигателя насоса для перекачки имитатора молока осуществляется кнопкой управления, расположенной на реле времени. На трубопроводе подачи имитатора молока в имитатор вымени и молочном шланге, соединяющем имитаторы сосков с доильным ведром, установлены датчики имитатора молока. Компьютер получает и обрабатывает сигналы от датчиков расхода имитатора молока, электрического манометра для определения давления в емкости имитатора вымени и тензодатчика определения веса эвакуируемого имитатора молока.

Однако данное устройство также не обеспечивает имитацию работы и испытание датчика потока молока доильного аппарата.

Задача изобретения - обеспечить имитацию работы и испытание датчика потока молока доильного аппарата.

Для достижения этого к молоколовушке прикреплен вентиль, который гибким патрубком соединен с поплавковой камерой, а для обеспечения возможности перемещения в вертикальной плоскости поплавок камера подвешена на гибкой тяге, через обводной ролик связанной с лебедкой, причем для определения напора истечения жидкости из молоколовушки через калиброванный канал стенд содержит расположенную строго вертикально мерную линейку, верхний обрез которой, совпадающий с началом отсчета шкалы, прикреплен к поплавковой камере на уровне поверхности жидкости в ней. К посадочному гнезду прикреплен трехходовой вентиль, один патрубок которого снабжен датчиком давления и соединен с источником вакуумметрического давления, а второй - направлен в мензурку, над которой установлен отсекающий поток жидкости, направляющий жидкость в сливную емкость и управляемый втягивающим реле с таймером отключателем, а также к молоколовушке присоединен вентиль, патрубок которого соединен с датчиком давления и содержит исследуемый сменный жиклер с изменяемыми параметрами калиброванного канала для подсоса воздуха из атмосферы, причем датчики давления соединены с осциллографом, сигналы от которого фиксируют в компьютере.

Предлагаемое изобретение будет понято из следующего описания и приложенных чертежей.

(Продолжение прил. Г)

На фиг. 1 приведена схема стенда для имитации работы и испытания датчика потока молока доильного аппарата, общий вид. На фиг. 2 приведена схема стенда для имитации работы и испытания датчика потока молока доильного аппарата при изучении расхода жидкости через калиброванный канал в молоколовушку. На фиг. 3 приведена схема стенда для имитации работы и испытания датчика потока молока доильного аппарата при изучении закономерности изменения вакуумметрического давления в патрубке.

Стенд для имитации работы и испытания датчика потока молока доильного аппарата (фиг. 1) включает датчик потока молока доильного аппарата, выполненный в виде молоколовушки 1 с испытываемыми сменными посадочным гнездом 2 и стержнем 3 с выемкой 4 с заданными конструктивными параметрами, которыми образован калиброванный канал 5. Патрубком 6 к молоколовушке 1 прикреплен вентиль 7 с золотником 8, который гибким патрубком 9 соединен с поплавковой камерой 10. Для обеспечения возможности перемещения в вертикальной плоскости поплавок камера 10 подвешена на гибкой тяге 11, через обводной ролик 12 связанной с лебедкой 13. Для определения напора истечения жидкости из молоколовушки 1 через калиброванный канал 5 стенд оснащен расположенной строго вертикально мерной линейкой 14, верхний обрез которой, совпадающий с началом отсчета шкалы, прикреплен к поплавковой камере 10 на уровне поверхности жидкости в ней. Мерная линейка 14 предназначена для измерения высоты положения поверхности жидкости в поплавковой камере 10 над дном молоколовушки 1. При этом напор истечения жидкости из молоколовушки 1 через калиброванный канал 5 определяют по уравнению:

$$P=(H-\Delta h)\gamma,$$

где P - напор истечения жидкости, Па;

H - высота положения поверхности жидкости в поплавковой камере 7 над дном молоколовушки 1, м;

Δh - высота положения центра тяжести поперечного сечения на входе калиброванного сливного канала над дном молоколовушки, м;

γ - удельный вес жидкости, Н/м³.

К посадочному гнезду 2 патрубком 15 прикреплен трехходовой вентиль 16 с золотником 17, патрубок 18 которого снабжен датчиком давления 19 и соединен с источником вакуумметрического давления, а патрубок 20 направлен в мензурку 21, над которой установлен отсекающий поток жидкости, направляющий жидкость в сливную емкость 23 и управляемый втягивающим реле 24 с таймером отключателем 25. К молоколовушке 1 патрубком 26 присоединен вентиль 27 с золотником 28, патрубок 29 которого соединен с датчиком давления 30 и оснащен исследуемым сменным жиклером 31 с изменяемыми параметрами калиброванного канала 32 для подсоса воздуха из атмосферы. Датчики давления 19 и 30 соединены с осциллографом 33, сигналы от которого фиксируют в компьютере 34.

(Продолжение прил. Г)

Стенд для имитации работы и испытания датчика потока молока доильного аппарата (фиг. 1) работает следующим образом.

При изучении расхода жидкости через калиброванный канал 5 в молоко-ловушку 1 устанавливают исследуемые посадочное гнездо 2 и стержень 3 с выемкой 4. Вращая лебедку 13 воздействуют на гибкую тягу 11, которая обкатываясь по обводному ролику 12, поднимает или опускает поплавковую камеру 1 на заданную высоту, контролируя ее относительно дна молоколовушки 1 по шкале мерной линейки 14, верхний обрез которой, совпадающий с началом отсчета шкалы, прикреплен к поплавковой камере 10 на уровне поверхности жидкости в ней. Вращая золотник 8 (фиг. 1, фиг. 2) вентиля 7 патрубков 6 сообщают с гибким патрубком 9, вращая золотник 17 трехходового вентиля 16 патрубков 15 сообщают с патрубком 20, а вращая золотник 28 вентиля 27 устанавливают в закрытое положение.

Стенд готов к проведению исследований расхода жидкости через калиброванный канал 5 при заданном напоре истечения.

Включают подачу жидкости в поплавковую камеру 10 (фиг. 2). При этом жидкость, перемещаясь по гибкому патрубку 9 через золотник 8 вентиля 7 и патрубок 6, заполняет молоколовушку 1 и далее поплавковую камеру 10 до заданного уровня, создавая требуемый напор истечения. Одновременно жидкость через калиброванный канал 5 поступает в патрубок 15 и далее через золотник 17 вентиля 16 - в патрубок 20, откуда попадает на отсекающий клапан 22, по которому стекает в сливную емкость 23. При установившемся режиме истечения жидкости из молоколовушки 1 в таймере отключателя 25 устанавливают время отбора порции жидкости, поступающей из молоколовушки 1 через калиброванный канал 5 и включают его. При этом срабатывает тягивающее реле 24 и проворачивает отсекающий клапан 22, открывая путь движения жидкости из патрубка 20 в мензурку 21. По истечению времени таймер отключатель 25 отключает тягивающее реле 24, которое возвращает отсекающий клапан 22 в исходное положение, тем самым снова направив поток жидкости из патрубка 20 в сливную емкость 23.

По шкале мензурки 21 определяют количество поступившей из молоколовушки 1 через калиброванный канал 5 жидкости и с учетом времени, устанавливаемого в таймере отключателя 25 определяют расход жидкости.

Затем в молоколовушку 1 устанавливают следующие исследуемые посадочное гнездо 2 и стержень 3, с другими конструктивными параметрами, и исследование повторяют.

При изучении закономерности изменения вакуумметрического давления в патрубке 29 в зависимости от конструктивных параметров посадочного гнезда 2, стержня 3 с выемкой 4 и жиклера 31, контролируемого датчиком давления 30 (Фиг.3), в молоколовушку 1 устанавливают исследуемые посадочное гнездо 2 и стержень 3 с выемкой 4, а в патрубок 29 вставляют исследуемый сменный жиклер 31 с изменяемыми параметрами калиброванного канала 32 для подсоса воздуха из атмосферы. Вращая золотник 8 вентиля 7 закрывают, тем самым разъединив патрубок 6 и гибкий патрубок 9, вращая золотник 17 трехходового вентиля 16 патрубков 15 сообщают с патрубком 18, а вращая золотник 28 вентиля 27 сообщают между собой патрубок 26 и патрубок 29. Включают осциллограф 33 и компьютер 34.

Стенд готов к проведению исследований по изучению закономерности изменения вакуумметрического давления в патрубке 29.

(Продолжение прил. Г)

Патрубок 18 подключают к источнику вакуумметрического давления, сигнал о величине которого от датчика давления 19 через осциллограф 33 поступает в компьютер 34. Вакуумметрическое давление по патрубку 18 и далее через золотник 17 трехходового вентиля 16 и патрубок 15 поступает к посадочному гнезду 2, создавая условие отсоса воздуха через калиброванный канал 5 из молоколовушки 1, патрубка 26, золотника 28 вентиля 27 и патрубка 29, тем самым создавая в них вакуумметрическое давление. Одновременно в патрубок 29 и далее в золотник 28 вентиля 27, патрубок 26 и молоколовушку 1 через исследуемый сменный жиклер 31 с изменяемыми параметрами калиброванного канала 32 поступает атмосферный воздух, тем самым уменьшая значение вакуумметрического давления в патрубке 29, золотнике 28 вентиля 27, патрубке 26 и молоколовушке 1. При установившемся режиме движения воздушного потока в компьютере 34 регистрируют значение вакуумметрического давления в патрубке 29, сигнал о величине которого через осциллограф 33 поступает от датчика давления 30.

Затем в молоколовушку 1 устанавливают следующие исследуемые посадочное гнездо 2 и стержень 3, а в патрубок 29 - следующий жиклер 31, с другими конструктивными параметрами, и исследование повторяют.

Так производят испытания датчика потока молока доильного аппарата, осуществляющего управление режимом его воздействия на молочную железу животного.

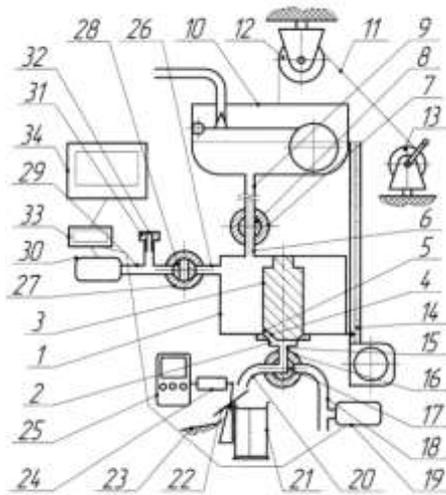
Источники информации:

1. RU 2285390 C2, A01J 7/00 (2006.01), 20.10.2006.
2. RU 2175474 C2, A01J 7/00, (2000.01), 10.11.2001.
3. RU 2298317 C2, A01J 7/00 (2006.01), 10.05.2007.

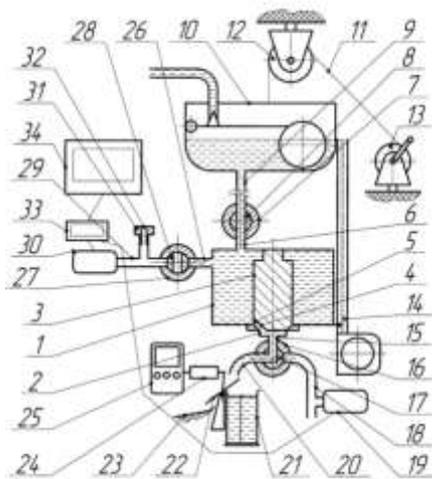
Формула изобретения

Стенд для имитации работы и испытания датчика потока молока доильного аппарата, включающий молоколовушку с испытываемыми сменными с заданными конструктивными параметрами посадочным гнездом и стержнем с выемкой, которыми образован калиброванный канал, и жиклером, отличающийся тем, что к молоколовушке прикреплен вентиль с золотником, который гибким патрубком соединен с поплавковой камерой, а для обеспечения возможности перемещения в вертикальной плоскости поплавок камера подвешена на гибкой тяге, через обводной ролик связанной с лебедкой, причем для определения напора истечения жидкости из молоколовушки через калиброванный канал стенд оснащен расположенной строго вертикально мерной линейкой, верхний обрез которой, совпадающий с началом отсчета шкалы, прикреплен к поплавковой камере на уровне поверхности жидкости в ней, к посадочному гнезду прикреплен трехходовой вентиль с золотником, один патрубок которого снабжен датчиком давления и соединен с источником вакуумметрического давления, а второй - направлен в мензурку, над которой установлен отсекающий поток жидкости, направляющий жидкость в сливную емкость и управляемый втягивающим реле с таймером-отключателем, а также к молоколовушке присоединен вентиль с золотником, патрубок которого соединен с датчиком давления и содержит исследуемый сменный жиклер, причем датчики давления соединены с осциллографом, сигналы от которого фиксируются в компьютере.

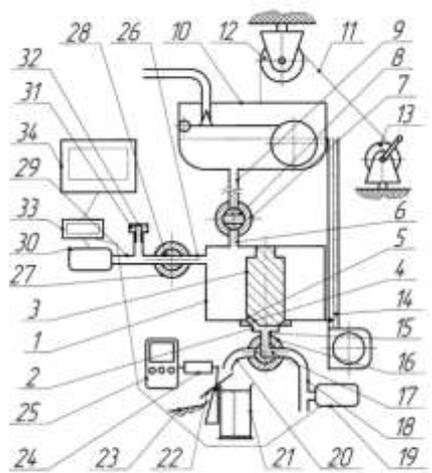
(Продолжение прил. Г)



Фиг. 1

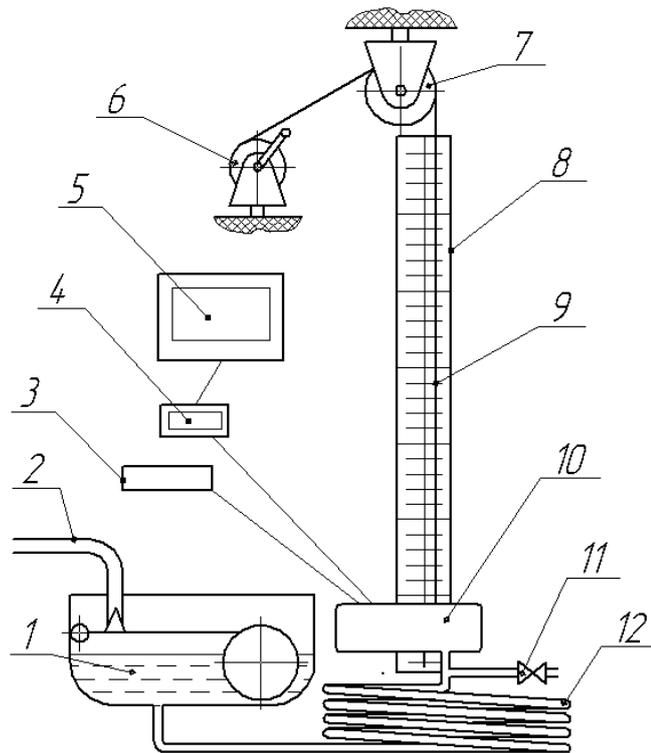


Фиг. 2



Фиг. 3

Приложение Д
(Обязательное)



1 - поплавковая камера; 2 - патрубок; 3 - стабилизатор напряжения питания; 4 - осциллограф; 5 - компьютер; 6 - лебедка; 7 - обводной ролик; 8 - мерная линейка; 9 - гибкая тяга; 10 - тензометрический датчик; 11 - сливной вентиль; 12 - гибкий шланг.

Рисунок 3.8 – Схема стенда для калибровки тензометрического вакуумметра.

Приложение Е
(Обязательное)



(Продолжение прил. Е)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **205 593** (13) **U1**

(51) МПК
A01J 7/00 (2006.01)
F15B 19/00 (2006.01)
 (52) СПК
A01G 7/00 (2021.02)
F15B 19/00 (2021.02)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее наименование статуса: 27.07.2021)
 Пошлина: учтена за 1 год с 13.01.2021 по 13.01.2022. Установленный срок для уплаты пошлины за 2 год, с 13.01.2021 по 13.01.2022. При уплате пошлины за 2 год в дополнительный 6-месячный срок с 14.01.2022 по 13.07.2022 размер пошлины увеличивается на 50%.

(21)(22) Заявка: [2021100679](#), 13.01.2021(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.01.2021Дата регистрации:
22.07.2021Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 13.01.2021(45) Опубликовано: [22.07.2021](#) Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 135745 U1, 20.12.2013. RU 64854 U1, 27.07.2007. CN 110630590 A, 31.12.2019.

Адрес для переписки:
308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п. Майский, ул. Вавилова, 24, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Н.Е. Крючковой

(72) Автор(ы):

Кузьмина Ольга Сергеевна (RU),
 Ужик Владимир Федорович (RU),
 Китаёва Оксана Владимировна (RU),
 Тетерядченко Алексей Иванович (RU),
 Китаёв Юрий Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина" (RU)

(54) Стенд для измерения стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой

(57) Реферат:

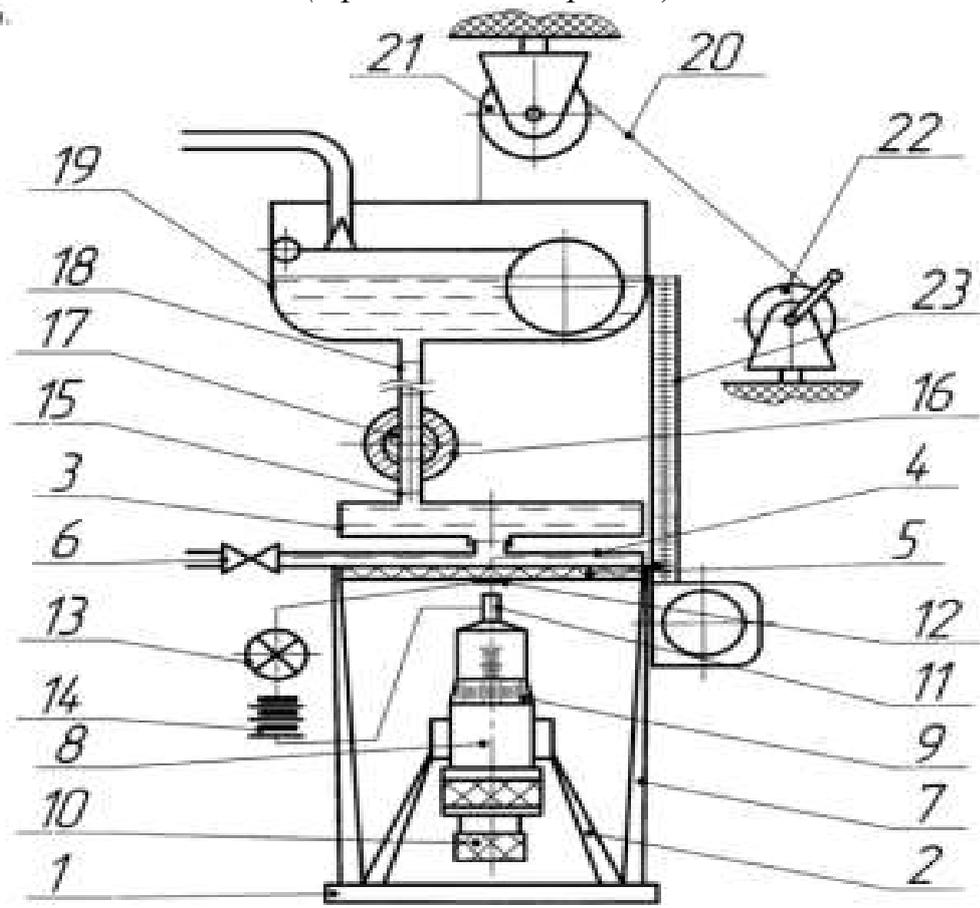
Полезная модель относится к сельскому хозяйству и может быть использована при проведении испытания мембранных регуляторов вакуумметрического давления доильного оборудования молочного животноводства. Задача полезной модели - обеспечить измерение стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой. Для достижения этого в дне сосуда установлен сменный узел крепления испытываемой мембраны в горизонтальной плоскости, снабженный сливным вентилем; коаксиально мембране установлен микрометр, шток которого направлен к центру мембраны, в котором установлен контакт, соединяемый через электролампочку с источником питания, противоположный полюс которого соединен со штоком микрометра; патрубком к сосуду прикреплен вентиль с золотником, который гибким патрубком соединен с поплавковой камерой; для обеспечения возможности перемещения в вертикальной плоскости поплавок камера подвешена на гибкой тяге, через обводной ролик связанной с лебедкой; для определения давления рабочей средой на мембрану стенд содержит расположенную строго вертикально мерную линейку, которой измеряют высоту положения поверхности рабочей среды в поплавковой камере над испытываемой мембраной. При этом давление рабочей средой на мембрану определяют по уравнению:

$$P = \gamma H,$$

где P - давление рабочей средой, Па; H - высота положения поверхности рабочей среды в поплавковой камере над мембраной, м; γ - удельный вес рабочей среды, Н/м³.

(Продолжение прил. Е)

Г. ил.



Фиг. 1

Полезная модель относится к сельскому хозяйству и может быть использована при проведении испытания мембранных регуляторов вакуумметрического давления доильного оборудования молочного животноводства.

Известен способ испытаний образцов металлических мембран под напряжением и устройство для его осуществления [RU 2296976 С2, G01N 17/00 (2006.01), 10.11.2005], который включает операции воздействия растягивающей нагрузкой и коррозионной средой на образцы. Образцы фиксируют на фланце нагрузочного резервуара, создают одностороннее давление рабочей средой на образцы. На другой поверхности образцов воздействуют коррозионной средой. Замеряют через заданные интервалы времени параметры прогиба образца под действием давления нагрузки и толщину образца в центре.

Известен стенд для испытаний взрывозащитных мембран [RU 2526601 С1, G01N 3/313 (2006.01), G12B 17/08 (2006.01), 27.08.2014], который содержит взрывной сосуд, оснащенный узлом крепления мембраны, который установлен в торцевой части сосуда, закрытой предохранительным экраном, параллельно с механическим индикатором давления с тумблером включения двигателя индикатора. Взрывная камера со свечой зажигания, имеющая кнопку включения зажигания, расположена oppositely торцевой части сосуда, закрытой предохранительным экраном. Сосуд укомплектован штуцерами для продувки взрывного сосуда.

Они не обеспечивают измерение стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой.

Наиболее близким к полезной модели является стенд для испытаний жидкого ингибитора и герметизирующей занимаемый им объем мембраны [RU 135745 U1, F15B 19/00 (2006.01), 20.12.2013], который содержит заполняемый ингибитором корпус, obturator, герметизирующую эластичную мембрану, источник давления, толкатель, трубопровод подачи давления, клапаны наполнения и вентиляции и измерительные приспособления, при этом стенд дополнен съемным ковшом, образующим совместно с корпусом стенда полость инициации лабортной среды, устройством измерения температуры ингибитора, измерительным устройством хода толкателя (прогиба мембраны под нагрузкой).

Однако данное устройство также не обеспечивает измерение стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой.

(Продолжение прил. Е)

Задача полезной модели – обеспечить измерение стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой.

Для достижения этого в дне сосуда установлен сменный узел крепления испытываемой мембраны в горизонтальной плоскости, снабженный сливным вентилем. Коаксиально мембране установлен микрометр, шток которого направлен к центру мембраны, в котором установлен контакт, соединяемый через электролампочку с источником питания, противоположный полюс которого соединен со штоком микрометра. Патрубок к сосуду прикреплен вентиль с золотником, который гибким патрубком соединен с поплавковой камерой. Для обеспечения возможности перемещения в вертикальной плоскости поплавок камера подвешена на гибкой тяге через обводной ролик связанной с лебедкой. Для определения давления рабочей средой на мембрану стенд содержит расположенную строго вертикально мерную линейку, которой измеряют высоту положения поверхности рабочей среды в поплавковой камере над испытываемой мембраной.

На фиг. 1 приведена схема стенда для измерения стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой, общий вид.

Стенд для измерения стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой (фиг. 1) состоит из остова 1, который содержит кронштейны 2 для фиксации сосуда 3, в дне которого установлен сменный узел 4 крепления испытываемой мембраны 5 в горизонтальной плоскости, снабженный сливным вентилем 6. Параметры сменного узла 4 соответствуют диаметру и толщине испытываемой мембраны 5. Посредством кронштейнов 7 на остове 1 коаксиально мембране 5 установлен микрометр 8 со шкалой 9, перемещаемый трещоткой 10 шток 11 которого направлен к центру мембраны 5. В центре мембраны 5 установлен контакт 12, соединяемый через электролампочку 13 с источником питания 14, противоположный полюс которого соединен со штоком 11 микрометра 8. Патрубком 15 к сосуду 3 прикреплен вентиль 16 с золотником 17, который гибким патрубком 18 соединен с поплавковой камерой 19. Для обеспечения возможности перемещения в вертикальной плоскости поплавок камера 19 подвешена на гибкой тяге 20, через обводной ролик 21 связанной с лебедкой 22. Для определения давления рабочей средой на мембрану 5 стенд содержит расположенную строго вертикально мерную линейку 23, верхний обрест которой, совпадающий с началом отсчета шкалы, прикреплен к поплавковой камере 19 на уровне поверхности рабочей среды в ней. Мерной линейкой 23 измеряют высоту положения поверхности рабочей среды в поплавковой камере 19 над испытываемой мембраной 5. При этом давление рабочей средой на мембрану 5 определяют по уравнению:

$$P = H \gamma,$$

где P - давление рабочей средой, Па;

H - высота положения поверхности рабочей среды в поплавковой камере 19 над мембраной 5, м;

γ - удельный вес рабочей среды, Н/м^3 .

Стенд работает следующим образом. Вращая трещотку 10, шток 11 микрометра 8 опускают в крайнее нижнее положение. Испытываемую мембрану 5 устанавливают в сменный узел 4 с параметрами, соответствующими диаметру и толщине мембраны 5, который затем устанавливают в дне сосуда 3, зафиксированного кронштейнами 2 на остове 1. Вращая трещотку 10, шток 11 микрометра 8 выдвигают вверх до контакта штока 11 с установленным в центре мембраны 5 контактом 12, тем самым замыкая электрическую цепь: контакт 12 - шток 11 - источник питания 14 - электролампочка 13. Лампочка вспыхивает и вращение прекращают. По шкале 9 микрометра 8 фиксируют начальное положение мембраны 5 не подвергнутой давлению рабочей средой. Так как измерение стрелы прогиба мембраны 5 под давлением рабочей средой выполняют, повышая давление путем перемещения поплавковой камеры 19 с заданным шагом вверх, то для начала измерений, вращая лебедку 22, отпускают гибкую тягу 20, которая, обкатываясь через обводной ролик 21, опускает поплавковую камеру 19 в крайнее нижнее положение. Поворачивая золотник 17, закрывают вентиль 16, а также закрывают вентиль 6 на сменном узле 4. Вращая трещотку 10, шток 11 микрометра 8 опускают в крайнее нижнее положение.

Стенд готов к проведению измерений стрелы прогиба мембраны 5 под воздействием давлением рабочей средой.

Поплавковую камеру 19 подключают к источнику рабочей среды. Рабочая среда заполняет гибкий патрубок 18 до золотника 17 вентиля 16 и поплавковую камеру 19 до заданного уровня. Установив верхний обрест мерной линейки 23 на уровне поверхности рабочей среды в поплавковой камере 19 и затем, вращая лебедку 22, утягивают гибкую тягу 20, которая, обкатываясь по обводному ролику 21, поднимает поплавковую камеру 19 на заданную высоту начала измерения стрелы прогиба мембраны 5, контролируемую по шкале мерной линейки 23. Поворачивая золотник 17, открывают вентиль 16. При этом рабочая среда через золотник 17 и патрубок 15 поступает в сосуд 3 и далее в сменный узел 4, создавая давление рабочей средой на мембрану 5, тем самым прогибая ее. Одновременно с источника рабочая среда поступает в поплавковую камеру 19, восстанавливая заданный уровень в ней. Вращая трещотку 10, шток 11 микрометра 8 выдвигают вверх, до контакта штока 11 с установленным в центре мембраны 5 контактом 12, тем самым замыкая

(Продолжение прил. Е)

электрическую цепь: контакт 12 - шток 11 – источник питания 14 – электролампочка 13. Электролампочка 13 вспыхивает и вращение прекращают. По шкале 9 микрометра 8 фиксируют положение мембраны 5, подвергнутой давлению рабочей средой, а по шкале мерной линейки 23 - высоту положения поверхности рабочей среды в поплавковой камере 19 над мембраной 5. Вращая трещотку 10, шток 11 микрометра 8 опускают в крайнее нижнее положение. Затем, вращая лебедку 22, увлекают гибкую тягу 20, которая, обкатываясь по обводному ролик 21, поднимает поплавковую камеру 19 на заданную высоту последующего измерения стрелы прогиба мембраны 5, контролируемую по шкале мерной линейки 23. Одновременно с источника рабочая среда поступает в поплавковую камеру 19, восстанавливая заданный уровень в ней. Вращая трещотку 10, шток 11 микрометра 8 выдвигают вверх, до контакта штока 11 с установленным в центре мембраны 5 контактом 12. Электролампочка 13 вспыхивает и вращение прекращают. По шкале 9 микрометра 8 фиксируют положение мембраны 5. Вращая трещотку 10, шток 11 микрометра 8 опускают в крайнее нижнее положение.

Так, поднимая поплавковую камеру 19 с заданным шагом до крайнего верхнего положения, измеряют стрелу прогиба мембраны под давлением рабочей средой.

Затем поплавковую камеру 19 отключают от источника рабочей среды, открывают вентиль 6 на сменном узле 4 и полностью сливают рабочую среду. Вращая лебедку 22, отпускают гибкую тягу 20, которая обкатываясь через обводной ролик 21, опускает поплавковую камеру 19 в крайнее нижнее положение. Поворотная золотник 17, закрывают вентиль 16, а также закрывают вентиль 6 на сменном узле 4. Вращая трещотку 10, шток 11 микрометра 8 опускают в крайнее нижнее положение. Исследованный сменный узел 4, с мембраной 5, заменяют на следующий, с другими параметрами, и измерение стрелы прогиба мембраны, под действием давления рабочей средой, повторяют.

Исследования повторяют с требуемой повторяемостью.

По завершению поплавковую камеру 19 отключают от источника рабочей среды, открывают вентиль 6 на сменном узле 4 и полностью сливают рабочую среду. Вращая лебедку 22, отпускают гибкую тягу 20, которая обкатываясь через обводной ролик 21, опускает поплавковую камеру 19 в крайнее нижнее положение. Поворотная золотник 17, закрывают вентиль 16, а также закрывают вентиль 6 на сменном узле 4. Вращая трещотку 10, шток 11 микрометра 8 опускают в крайнее нижнее положение. Исследованный сменный узел 4 с мембраной 5 отсоединяют от сосуда 3.

Измерение завершено.

Применение данного стенда обеспечивает измерение стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой.

Источники информации:

1. RU 2296976 C2, G01N 17/00 (2006.01), 10.11.2005;
2. RU 2526601 C1, G01N 3/313 (2006.01), G12B 17/08 (2006.01), 27.08.2014;
3. RU 135745 U1, F15B 19/00 (2006.01), 20.12.2013.

Формула полезной модели

Стенд для измерения стрелы прогиба мембраны под действием одностороннего давления рабочей средой, включающий остов с кронштейнами для фиксации сосуда, отличающийся тем, что в дне сосуда установлен сменный узел крепления испытуемой мембраны в горизонтальной плоскости, снабженный сливным вентиляем; коаксиально мембране установлен микрометр, шток которого направлен к центру мембраны, в котором установлен контакт, соединяемый через электролампочку с источником питания, противоположный полюс которого соединен со штоком микрометра; патрубком к сосуду прикреплен вентиль с золотником, который гибким патрубком соединен с поплавковой камерой; для обеспечения возможности перемещения в вертикальной плоскости поплавковая камера подвешена на гибкой тяге, через обводной ролик связанной с лебедкой; для определения давления рабочей средой на мембрану стенд содержит расположенную строго вертикально мерную линейку для измерения высоты положения поверхности рабочей среды в поплавковой камере над испытуемой мембраной, при этом давление рабочей средой на мембрану определяют по уравнению:

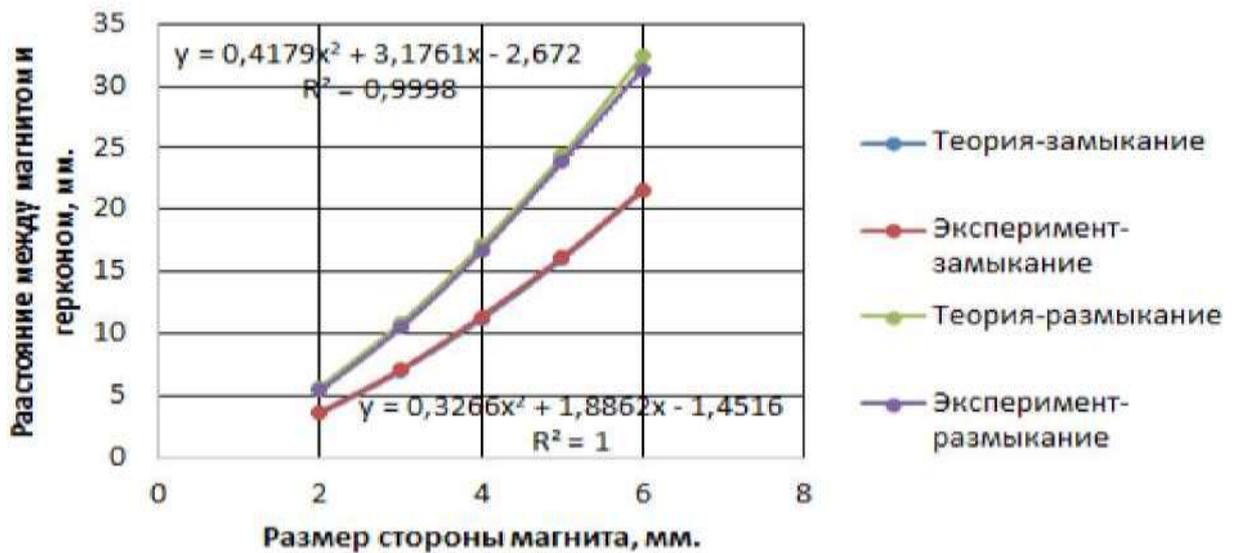
$$P = H \gamma,$$

где P - давление рабочей средой, Па; H - высота положения поверхности рабочей среды в поплавковой камере над мембраной, м; γ - удельный вес рабочей среды, Н/м³.

Приложение Ж
(Справочное)

Удаления магнита от геркона в момент размыкания - замыкания контактов
геркона

Расчет удаления замыкания контактов геркона					
	2	3	4	5	6
	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006
Теор.	3,61387	7,017675	11,19866	16	21,54336
Эксп	3,65	7,08	11,38	16,128	21,62
Расчет удаления размыкания контактов геркона					
	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006
Теор.	5,686403	10,85706	17,1247	24,32782	32,42286
Экспер.	5,43	10,48	16,66	23,87	31,33



Приложение 3
(Справочное)

Факторный эксперимент по оптимизации диаметра калиброванного канала

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ ФАКТОРА	УРОВНИ ВАРЬИРОВАНИЯ		
		-1	0	+1
x_1	Диаметр выемки, мм	0,5	1,0	1,5
x_2	Давление, кПа	0,0	7,5	15,0

Уравнения кодирования факторов:

$$x_1 = \frac{x_1^* - 1}{0,5} \quad x_2 = \frac{x_2^* - 7,5}{7,5}$$

Матрица планирования и результат эксперимента

№ опыта	ФАКТОРЫ И ИХ СОЧЕТАНИЕ						
	x_0	x_1	x_2	$x_1 x_2$	x_1^2	x_2^2	
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0,114928898
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1	0
3	+1	-1	+1	-1	+1	+1	0,012769878
4	+1	-1	-1	+1	+1	+1	0
5	+1	0	0	0	0	0	0,036118668
6	+1	+1	0	0	1	0	0,081267003
7	+1	-1	0	0	1	0	0,009029667
8	+1	0	+1	0	0	1	0,05107951
9	+1	0	-1	0	0	1	0

К определению коэффициентов уравнения регрессии

Вывод итогов

Регрессионная статистика

Множествен 0,99238464

R-квадрат 0,984827273

Нормирован 0,959539394

Стандартная 0,008300264

Наблюдения 9

Дисперсионный анализ

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	5	0,013415335	0,002683067	38,94463767	0,006259207
Остаток	3	0,000206683	6,88944E-05		
Итого	8	0,013622018			

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечен	0,037294103	0,006186652	6,028156175	0,009151297	0,017605416	0,05698279	0,017605416	0,056983
Переменная	0,029066059	0,003388569	8,577680411	0,003330502	0,018282121	0,039849997	0,018282121	0,03985
Переменная	0,029796381	0,003388569	8,79320549	0,003098628	0,019012443	0,040580319	0,019012443	0,04058
Переменная	0,025539755	0,004150132	6,153961901	0,008633556	0,012332182	0,038747328	0,012332182	0,038747
Переменная	0,007266515	0,005869173	1,238081524	0,303742263	-0,011411814	0,025944843	-0,011411814	0,025945
Переменная	-0,012342065	0,005869173	-2,102862661	0,126220836	-0,031020394	0,006336263	-0,031020394	0,006336

Уравнение регрессии в кодированном виде:

$$Y = 0,037294103 + 0,029066059x_1 + 0,029796381x_2 + 0,025539755x_1x_2 + 0,007266515x_1^2 - 0,012342065x_2^2$$

Раскодирование факторов уравнения регрессии:

(Продолжение прил. 3)

$$x_1 = \frac{d_k - 1}{0.5} = (2d_k - 2)$$

$$x_2 = \frac{P_{ds} - 7.5}{7.5} = (0.1333P_{ds} - 1)$$

Уравнение регрессии в раскодированном виде:

$$Y = 0.017169109 - 0.051079512d_k + 0.00045335342P_{ds} + 0.00680889868P_{ds}d_k + 0.02906606d_k^2 - 0.00021930479P_{ds}^2$$

№	Эксперимент			Уравн регр	Теоретич. уравн
	1	2	3		
1.	0,1132	0,1171	0,1154	0,1166	0,114928898
2.	0	0	0	0,0059	0
3.	0,0117	0,0137	0,0065	0,0074	0,012769878
4.	0	0	0	-0,0011	0
5.	0,0361	0,0382	0,0349	0,0372	0,036118668
6.	0,0712	0,0811	0,0862	0,0736	0,081267003
7.	0,0082	0,0093	0,0167	0,0154	0,009029667
8.	0,0493	0,053	0,0492	0,0547	0,05107951
9.	0	0	0	-0,0048	0

ФИКС. X ПОВТОРЕНИЯ, X СРЕДНИЕ

1 2 3

1.0	0.11	0.12	0.12	0.12
2.0	0.00	0.00	0.00	0.00
3.0	0.01	0.01	0.07	0.03
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00
5.0	0.04	0.04	0.03	0.04
6.0	0.07	0.08	0.09	0.08
7.0	0.01	0.01	0.02	0.01
8.0	0.05	0.05	0.05	0.05
9.0	0.00	0.00	0.00	0.00

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ?(Y/N)?

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ВЫБРАННОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ ТЕОРЕТИСКОЙ

ОСТАТОЧН. ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	F-ФАКТОР Fф	F05
---------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-------------	-----

ТЕОР.Ф-ЦИИ 0.00045 14 0.00003 1.12 4.63

ОЦЕН.Ф-ЦИИ 0.00014 5 0.00003

С ВЕРОЯТНОСТЬЮ 95%

УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ АДЕКВАТНО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ? (Y/N) -?

Приложение И
(Справочное)

Факторный эксперимент по оптимизации размера щели

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ ФАКТОРА	УРОВНИ ВАРЬИРОВАНИЯ		
		-1	0	+1
x_3	Высота щели, мм	0,0	1,0	2,0
x_4	Давление, кПа	0	2,5	5,0

Уравнения кодирования факторов:

$$x_3 = \frac{x_2 - 1}{1}$$

$$x_4 = \frac{x_1 - 2.5}{2.5}$$

Матрица планирования и результат эксперимента

№ опыта	ФАКТОРЫ И ИХ СОЧЕТАНИЕ						Y
	x_0	x_1	x_2	$x_1 x_2$	x_1^2	x_2^2	
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	3,951858
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1	1,169585
3	+1	-1	+1	-1	+1	+1	0
4	+1	-1	-1	+1	+1	+1	0
5	+1	0	0	0	0	0	1,455877
6	+1	+1	0	0	1	0	2,914199
7	+1	-1	0	0	1	0	0
8	+1	0	+1	0	0	1	1,975027
9	+1	0	-1	0	0	1	0,581739

ВЫВОД ИТОГОВ							
<i>Корреляционная статистика</i>							
Множественный коэффициент корреляции R	0,998673						
R-квадрат	0,997348						
Нормированный коэффициент корреляции R	0,992929						
Стандартная ошибка	0,117828						
Наблюдения	9						
<i>Дисперсионный анализ</i>							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>		
Регрессия	5	15,66572827	3,133146	225,6736	0,000463		
Остаток	3	0,041650585	0,013884				
Итого	8	15,70737886					
<i>Коэффициент корреляции - Значения ниже 95%: верхние 95%: нижние 95%, Средние 95%</i>							
Y-пересечение	1,455541	0,087824093	16,57337	0,000478	1,176046	1,735037	1,176046 1,735037
Переменная 1	1,339274	0,048103237	27,84165	0,000102	1,186188	1,49236	1,186188 1,49236
Переменная 2	0,695927	0,048103237	14,46736	0,000716	0,542841	0,849013	0,542841 0,849013
Переменная 3	0,695568	0,058914193	11,80646	0,001306	0,508077	0,88306	0,508077 0,88306
Переменная 4	0,001726	0,08331725	0,020717	0,984772	-0,26343	0,266879	-0,26343 0,266879
Переменная 5	-0,17699	0,08331725	-2,12429	0,123678	-0,44214	0,088162	-0,44214 0,088162

(Продолжение прил. II)

Уравнение регрессии в кодированном виде:

$$Y = 1,4555 + 1,3393x_1 + 0,6959x_2 + 0,6956x_1x_2 + 0,0017x_1^2 - 0,177x_2^2$$

Раскодирование факторов уравнения регрессии:

$$x_3 = \frac{h_{pn1}-1}{1} = (h_{pn1} - 1) \quad x_4 = \frac{P_{dn1}-2,5}{2,5} = (0,4P_{dn1} - 1)$$

$$Y = -0,05938 + 0,64026h_{pn1} + 0,14172P_{dn1} + 0,27824P_{dn1}h_{pn1} + 0,0017h_{pn1}^2 - 0,02832P_{dn1}^2$$

№	Эксперимент			Уравн регр	Теоретич. уравн
	1	2	3		
10.	4,2142	4,0231	3,9115	4,0115	3,9518
11.	1,1212	1,728	1,328	1,228	1,1695
12.	0	0	0	0	0
13.	0	0	0	0	0
14.	1,3944	1,4444	1,4861	1,4556	1,4558
15.	3,0845	2,7925	2,6541	2,7966	2,9141
16.	0	0	0	0	0
17.	2,0456	1,926	1,8942	1,974	1,9750
18.	0,5768	0,5926	0,5428	0,5826	0,5817

ФИКС. X	ПОВТОРЕНИЯ, X			СРЕДНИЕ
	1	2	3	

1.0	4.21	4.02	3.91	4.05
2.0	1.12	1.73	1.33	1.39
3.0	0.00	0.00	0.00	0.00
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00
5.0	1.39	1.44	1.49	1.44
6.0	3.08	2.79	2.65	2.84
7.0	0.00	0.00	0.00	0.00
8.0	2.05	1.93	1.89	1.96
9.0	0.58	0.59	0.54	0.57

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ? (Y/N)?

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ВЫБРАННОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ ТЕОРЕТИСКОЙ

ОСТАТОЧН. ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	F-ФАКТОР Fф	F05
------------------------	--------------------	--------------------	--------------------	----------------	-----

ТЕОР.Ф-ЦИИ	0,44616	12	0,03718	1,27	3,11
ОЦЕН.Ф-ЦИИ	0,23546	5	0,04709		

С ВЕРОЯТНОСТЬЮ 95%

УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ АДЕКВАТНО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ? (Y/N) -?

Приложение К
(Справочное)

Эксперимент по установлению параметров калиброванного канала в патрубке

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ ФАКТОРА	УРОВНИ ВАРЬИРОВАНИЯ		
		-1	0	+1
x_1	Диаметр выемки, мм	0,6	1,0	1,4
x_2	Диаметр канала в патрубке, мм	0,3	0,5	0,7

Уравнения кодирования факторов:

$$x_4 = \frac{x_1 - 1}{0.4} \quad x_5 = \frac{x_2 - 0.5}{0.2}$$

Матрица планирования и результаты эксперимента

№ опыта	ФАКТОРЫ И ИХ СОЧЕТАНИЕ						Y
	x_0	x_1	x_2	$x_1 x_2$	x_1^2	x_2^2	
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	60,937
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1	51,258
3	+1	-1	+1	-1	+1	+1	95,075
4	+1	-1	-1	+1	+1	+1	62,850
5	+1	0	0	0	0	0	61,891
6	+1	+1	0	0	1	0	55,831
7	+1	-1	0	0	1	0	81,286
8	+1	0	+1	0	0	1	74,025
9	+1	0	-1	0	0	1	52,756

Вывод итогов								
<i>Эмпирическая статистика</i>								
Множеств	0,991543							
R-квадрат	0,983157							
Нормиро	0,955084							
Стандарт	3,095109							
Наблюдени	9							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>			
Регрессия	5	1677,519	335,5037	35,02236	0,00731			
Остаток	3	28,7391	9,579701					
Итого	8	1706,258						
<i>Коэффициентная статистика - значения ниже 95% верхние 95% нижние 95%, Средние 95, С</i>								
Y-пересеч	63,27078	2,306958	27,42606	0,000106	55,92901	70,61255	55,92901	70,61255
Перемен1	-11,7662	1,263573	-9,31182	0,002622	-15,7874	-7,74491	-15,7874	-7,74491
Перемен2	10,46917	1,263573	8,285367	0,003683	6,447913	14,49042	6,447913	14,49042
Перемен3	-6,03725	1,547555	-3,90115	0,029898	-10,9623	-1,11224	-10,9623	-1,11224
Перемен4	4,656833	2,188573	2,127795	0,123268	-2,30818	11,62185	-2,30818	11,62185
Перемен5	-0,19517	2,188573	-0,08918	0,934562	-7,16018	6,769848	-7,16018	6,769848

(Продолжение прил. К)

№ опыта	ФАКТОРЫ И ИХ СОЧЕТАНИЕ						
	\check{e}	x_1	x_2	\check{e}	x_1^2	x_2^2	
1	+	1	1	1	1	1	61,002
2	+	1	-1	-1	1	1	52,371
3	+	-1	1	-1	1	1	94,117
4	+	-1	-1	1	1	1	61,337
5	+	0	0	0	0	0	61,168
6	+	1	0	0	1	0	54,721
7	+	-1	0	0	1	0	83,237
8	+	0	1	0	0	1	74,829
9	+	0	-1	0	0	1	53,425

Уравнение регрессии в кодированном виде:

$$Y = 63,27078 - 11,7662x_1 + 10,46917x_2 - 6,03725x_1x_2 + 4,65683x_1^2 - 0,19517x_2^2$$

Раскодирование факторов уравнения регрессии:

$$x_3 = \frac{d_k - 1}{0.4} = (2.5d_k - 2.5)$$

$$x_4 = \frac{d_{otv} - 0.5}{0.2} = (5d_{otv} - 2.5)$$

Раскодирование уравнения регрессии

$$Y = 63,27078 - 11,7662(2.5d_k - 2.5) + 10,46917(5d_{otv} - 2.5) - 6,03725(2.5d_k - 2.5)(5d_{otv} - 2.5) + 4,65683(2.5d_k - 2.5)^2 - 0,19517(5d_{otv} - 2.5)^2$$

$$Y = 63,27078 + 29,4155 - 26,172925 - 37,7328125 + 29,1051875 - 1,2198125 - 29,4155d_k + 37,7328125d_k - 58,210375d_k + 52,34585d_{otv} + 75,465625d_{otv} + 4,87925d_{otv} - 75,465625d_kd_{otv} + 29,1051875d_k^2 - 4,87925d_{otv}^2$$

$$Y = 56,6659175 - 49,8930625d_k + 132,690725d_{otv} - 75,465625d_kd_{otv} + 29,1051875d_k^2 - 4,87925d_{otv}^2$$

№	Эксперимент			Уравн регр	Теоретич. уравн
	1	2	3		
19.	59,578	61,123	62,1112	60,398	61,002
20.	51,127	52,411	50,235	51,534	52,371
21.	97,685	93,128	97,023	96,005	94,117
22.	63,954	61,017	63,578	62,992	61,337
23.	64,452	61,008	60,214	63,270	61,168
24.	57,132	54,237	56,125	56,161	54,721
25.	78,459	83,741	81,658	79,693	83,237
26.	72,254	75,825	73,995	73,544	74,829
27.	51,258	54,405	52,606	52,606	53,425

(Продолжение прил. К)

ФИКС. X	ПОВТОРЕНИЯ, X			СРЕДНИЕ
	1	2	3	
1.0	59.58	61.12	62.11	60.94
2.0	51.13	52.41	50.24	51.26
3.0	97.69	93.13	97.02	95.95
4.0	63.95	61.02	63.58	62.85
5.0	64.45	61.01	60.21	61.89
6.0	57.13	54.24	56.13	55.83
7.0	78.46	83.74	81.66	81.29
8.0	72.25	75.83	74.00	74.02
9.0	51.26	54.41	52.61	52.76

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ?(Y/N)?

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ВЫБРАННОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ ТЕОРЕТИСКОЙ

ОСТАТОЧН. ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	F-ФАКТОР Fф	F05
ТЕОР.Ф-ЦИИ	78.19455	21	3.72355	1.05	3.13
ОЦЕН.Ф-ЦИИ	28.49588	8	3.56198		

С ВЕРОЯТНОСТЬЮ 95%

УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ АДЕКВАТНО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ? (Y/N) -?

Приложение Л
(Справочное)

Эксперимент по установлению параметров стрелы прогиба

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ ФАКТОРА	УРОВНИ ВАРЬИРОВАНИЯ		
		-1	0	+1
x_1	Диаметр мембраны, мм	30,0	40,0	50,0
x_2	Толщина мембраны, мм	1,5	2,0	2,5
x_3	Давление, кПа	0	2,5	5,0

Уравнения кодирования факторов:

$$x_5 = \frac{x_2 - 40.0}{10.0}$$

$$x_4 = \frac{x_1 - 2.0}{0.5}$$

$$x_5 = \frac{x_2 - 2.5}{2.5}$$

Матрица планирования и результаты эксперимента

№ опыта	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	$x_1 = x_1^2 - d$	$x_2 = x_2^2 - d$	$x_3 = x_3^2 - d$	Y
1	1	1	1	1	1	1	1	0,2697	0,2697	0,2697	4,54
2	-1	1	1	-1	-1	1	-1	0,2697	0,2697	0,2697	2,3
3	1	-1	1	-1	1	-1	-1	0,2697	0,2697	0,2697	5,39
4	-1	-1	1	1	-1	-1	1	0,2697	0,2697	0,2697	2,73
5	1	1	-1	1	-1	-1	-1	0,2697	0,2697	0,2697	0
6	-1	1	-1	-1	1	-1	1	0,2697	0,2697	0,2697	0
7	1	-1	-1	-1	-1	1	1	0,2697	0,2697	0,2697	0
8	-1	-1	-1	1	1	1	-1	0,2697	0,2697	0,2697	0
9	1,2154	0	0	0	0	0	0	0,7469	-0,73	-0,73	3,88
10	-1,215	0	0	0	0	0	0	0,7469	-0,73	-0,73	1,97
11	0	1,2154	0	0	0	0	0	-0,73	0,7469	-0,73	2,68
12	0	-1,215	0	0	0	0	0	-0,73	0,7469	-0,73	3,17
13	0	0	1,2154	0	0	0	0	-0,73	-0,73	0,7469	3,63
14	0	0	-1,215	0	0	0	0	-0,73	-0,73	0,7469	0
15	0	0	0	0	0	0	0	-0,73	-0,73	-0,73	2,88

Определение коэффициентов кодированного уравнения регрессии.

(Продолжение прил. Л)

Вывод итогов									
<i>Эмпирическая статистика</i>									
Множественный коэффициент корреляции	0,995278								
R-квадрат	0,990579								
Нормированный коэффициент корреляции	0,967026								
Стандартная ошибка	0,331633								
Наблюдения	15								
<i>Дисперсионный анализ</i>									
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>				
Регрессия	10	46,25465	4,625465	42,05728	0,001298				
Остаток	4	0,43992	0,10998						
Итого	14	46,69457							
<i>Коэффициентная таблица статистики - Значения ниже 95%, верхние 95%, ниже 95%, верхние 95%, С</i>									
У-пересеч	2,211325	0,085627	25,82505	1,34E-05	1,973586	2,449065	1,973586	2,449065	
Переменная 1	0,659225	0,100199	6,579168	0,002763	0,381029	0,937422	0,381029	0,937422	
Переменная 2	-0,17121	0,100199	-1,70874	0,16268	-0,44941	0,106983	-0,44941	0,106983	
Переменная 3	1,768414	0,100199	17,64904	6,05E-05	1,490217	2,046611	1,490217	2,046611	
Переменная 4	-0,0525	0,11725	-0,44776	0,677505	-0,37804	0,273038	-0,37804	0,273038	
Переменная 5	0,6125	0,11725	5,22389	0,00641	0,286962	0,938038	0,286962	0,938038	
Переменная 6	-0,16	0,11725	-1,36461	0,244101	-0,48554	0,165538	-0,48554	0,165538	
Переменная 7	-0,0525	0,11725	-0,44776	0,677505	-0,37804	0,273038	-0,37804	0,273038	
Переменная 8	-0,14255	0,158745	-0,89798	0,419961	-0,5833	0,298196	-0,5833	0,298196	
Переменная 9	-0,14255	0,158745	-0,89798	0,419961	-0,5833	0,298196	-0,5833	0,298196	
Переменная 10	-0,89397	0,158745	-5,63151	0,004892	-1,33472	-0,45323	-1,33472	-0,45323	

Уравнение регрессии в кодированном виде:

$$Y = 2,211325 + 0,659225x_1 - 0,17121x_2 + 1,768414x_3 - 0,0525x_1x_2 + 0,6125x_1x_3 - 0,16x_2x_3 - 0,0525x_1x_2x_3 - 0,14255x_1^2 - 0,14255x_2^2 - 0,89397x_3^2$$

Раскодирование факторов уравнения регрессии:

$$x_3 = \frac{D_m - 40,0}{10,0} = (0,1D_m - 4) \quad x_4 = \frac{\delta - 2,0}{0,5} = (2\delta - 4)$$

$$x_3 = \frac{\Delta p - 2,5}{2,5} = (0,4\Delta p - 1)$$

Раскодирование уравнения регрессии

$$Y = 2,211325 + 0,659225(0,1D_m - 4) - 0,17121(2\delta - 4) + 1,768414(0,4\Delta p - 1) - 0,0525(0,1D_m - 4)(2\delta - 4) + 0,6125(0,1D_m - 4)(0,4\Delta p - 1) - 0,16(2\delta - 4)(0,4\Delta p - 1) - 0,0525(0,1D_m - 4)(2\delta - 4)(0,4\Delta p - 1) - 0,14255(0,1D_m - 4)^2 - 0,14255(2\delta - 4)^2 - 0,89397(0,4\Delta p - 1)^2$$

$$Y = -5,15472 + 0,118713D_m + 2,63638\delta + 0,362542\Delta p + 0,0329D_m\Delta p + 0,04\delta\Delta p - 0,0042D_m\delta\Delta p - 0,0014255D_m^2 - 0,5702\delta^2 - 0,1430352\Delta p^2$$

(Продолжение прил. Л)

№	Эксперимент			Уравн регр	Теоретич. уравн
	1	2	3		
1.	4,65	4,49	4,52	4,58121	4,54
2.	2,31	2,45	2,14	2,24755	2,3
3.	5,44	5,18	5,04	5,07563	5,39
4.	2,85	2,68	2,24	2,32217	2,73
5.	0	0	0	0,24438	0
6.	0	0	0	0,15092	0
7.	0	0	0	-0,1112	0
8.	0	0	0	-0,2047	0
9.	3,66	3,97	3,24	3,48403	3,88
10.	2,27	1,89	1,79	2,16557	1,97
11.	2,98	2,68	2,56	2,84259	2,68
12.	2,97	3,18	3,23	2,80701	3,17
13.	3,53	3,64	3,99	3,84179	3,63
14.	0	0	0	0,30496	0
15.	3,11	2,85	2,68	2,96737	2,88

ФИКС. X ПОВТОРЕНИЯ, X СРЕДНИЕ
 1 2 3

1.0	4.65	4.49	4.52	4.55
2.0	2.31	2.45	2.14	2.30
3.0	5.44	5.18	5.04	5.22
4.0	2.85	2.68	2.24	2.59
5.0	0.00	0.00	0.00	0.00
6.0	0.00	0.00	0.00	0.00
7.0	0.00	0.00	0.00	0.00
8.0	0.00	0.00	0.00	0.00
9.0	3.66	3.97	3.24	3.62
10.0	2.27	1.89	1.79	1.98
11.0	2.98	2.68	2.56	2.74
12.0	2.97	3.18	3.23	3.13
13.0	3.53	3.64	3.99	3.72
14.0	0.00	0.00	0.00	0.00
15.0	3.11	2.85	2.68	2.88

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ?(Y/N)?

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ВЫБРАННОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ ТЕОРЕТИСКОЙ

ОСТАТОЧН. СУММА СТЕПЕНИ СРЕДНИЙ F-ФАКТОР
 ДИСПЕРСИЯ КВАДРАТОВ СВОБОДЫ КВАДРАТ Fф F05

ТЕОР.Ф-ЦИИ 1.68370 39 0.04317 1.04 2.28

ОЦЕН.Ф-ЦИИ 0.58030 14 0.04145

С ВЕРОЯТНОСТЬЮ 95% УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ АДЕКВАТНО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ
 БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ? (Y/N) -?

Приложение М
(Справочное)

Удой за 1 мин

№	Опытная	Контроль
1.	2,789	3,045
2.	2,859	3,121
3.	2,821	3,111
4.	2,711	3,128
5.	2,789	2,987
6.	2,798	3,124
7.	2,998	2,949
8.	2,921	3,212
9.	2,897	3,154
10.	2,932	3,211
11.	2,798	2,998
12.	2,775	2,895
13.	2,799	3,213
14.	2,921	2,989
15.	2,901	2,998
16.	2887	3,124
17.	2,802	3,211
18.	2,812	2,967
19.	2,899	3,124
20.	2,858	2,984
21.	2,902	3,011
22.	2,899	3,124
23.	2,850	3,132
24.	2,848	2,996
25.	2,798	2,970
26.	2,765	2,964
27.	2,902	3,054

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 1

 2.789 2.859 2.821 2.711 2.789 2.798 2.998
 2.921 2.897 2.932 2.798 2.775 2.799 2.921
 2.901 2.887 2.802 2.812 2.899 2.858 2.902
 2.899 2.850 2.848 2.798 2.765 2.902

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\min} - 2.711
 МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\max} - 2.998
 СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{\text{ср.}}(M)$ - 2.849

(Продолжение прил. М)

ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0 - 0.004
 СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0 - 0.065
 КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$ - 2.284
 ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ
 ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{xcp.}(m)$ - 0.013
 ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$ - 0.440
 ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛОВ ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:
 -ПРИ $P=0,95$ -(2.823, 2.875)
 -ПРИ $P=0,99$ -(2.814, 2.884)
 ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ, A - 0.089
 ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, $(E-En)$ - -0.466

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 2

3.045 3.121 3.111 3.128 2.987 3.124 2.949
 3.212 3.154 3.211 2.998 2.895 3.213 2.989
 2.998 3.124 3.211 2.967 3.124 2.984 3.011
 3.124 3.132 2.996 2.970 2.964 3.054

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{min} - 2.895
 МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{max} - 3.213
 СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{cp.}(M)$ - 3.067
 ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0 - 0.009
 СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0 - 0.094
 КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$ - 3.057
 ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - НЕ ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ
 ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{xcp.}(m)$ - 0.018
 ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$ - 0.577
 ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛА ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:
 -ПРИ $P=0,88$ -(3.013, 3.120)
 ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ, A - 0.100
 ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, $(E-En)$ - -1.199

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ 1 И 2 ВЫБОРКАМИ-СОПРЯЖЕННЫМИ

(Продолжение прил. М)

КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ, R_{yx} : 0.107, ЗАВИСИМ. - СЛАБАЯ
 КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ, d_{yx} - 0.011
 СТАНДАРТНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ, S_r - 0.199
 КРИТЕРИЙ СУЩЕСТВ. КОЭФФ. КОРРЕЛ. И РЕГР., t_r - 0.538,
 ЗНАЧИТ, СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$
 И СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,99$
 УРАВНЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ Y ПО X :

$$Y = 2.628 + 0.15402 * (X)$$
 КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ : $B_{y/x} = 0.15402$ И $B_{x/y} = 0.07427$
 ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ - 0.28636
 ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,95$:
 -ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ -(-0.303, 0.517)
 -ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ -(-0.43588, 0.74391)
 ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,99$:
 -ДЛЯ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ -(-0.448, 0.662)
 -ДЛЯ КОЭФ. РЕГРЕССИИ -(-0.64492, 0.95295)
 ПОГРЕШНОСТЬ ЛИНИИ РЕГРЕССИИ В ГЕНЕР. СОВОКУП., t_{Syx} -
 ПРИ $P=0,95$: 0.196; ПРИ $P=0,99$: 0.265
 ФАКТ. ЗНАЧ. КРИТ. СТЬЮДЕНТА ДЛЯ РАЗН. СРЕДН. t_f : 10.427
 РАЗНОСТЬ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$ И СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,99$

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ? (Y/N) ?

Приложение Н
(Справочное)

Удой за 3 мин.

№	Опытная	Контроль
1.	5,649	5,666
2.	5,544	5,556
3.	5,572	5,489
4.	5,654	5,720
5.	5,765	5,702
6.	5,538	5,605
7.	5,511	5,511
8.	5,598	5,589
9.	5,568	5,567
10.	5,489	5,566
11.	5,687	5,654
12.	5,612	5,681
13.	5,754	5,704
14.	5,689	5,742
15.	5,651	5,656
16.	5,629	5,628
17.	5,589	5,545
18.	5,498	5,489
19.	5,689	5,699
20.	5,675	5,691
21.	5,689	5,707
22.	5,744	5,743
23.	5,656	5,654
24.	5,478	5,587
25.	5,489	5,500
26.	5,528	5,525
27.	5,565	5,544

==

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 1

5.649 5.544 5.572 5.654 5.765 5.538 5.511
 5.598 5.568 5.489 5.687 5.612 5.754 5.689
 5.651 5.629 5.589 5.498 5.689 5.675 5.689
 5.744 5.656 5.478 5.489 5.528 5.565

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\min} - 5.478

(Продолжение прил. Н)

МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\max}	-	5.765
СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{\text{ср.}}(M)$	-	5.611
ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0	-	0.007
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0	-	0.086
КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$	-	1.525
ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - НЕ ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ		
ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{\text{ср.}}(m)$	-	0.016
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$	-	0.288
ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛА ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:		
-ПРИ $P=0,88$ -(5.563, 5.660)		
ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ, A	-	0.071
ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, $(E-E_n)$	-	-1.069

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

==

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 2

5.666	5.556	5.489	5.720	5.702	5.605	5.511
5.589	5.567	5.566	5.654	5.681	5.704	5.742
5.656	5.628	5.545	5.489	5.699	5.691	5.707
5.743	5.654	5.587	5.500	5.525	5.544	

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\min}	-	5.489
МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\max}	-	5.743
СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{\text{ср.}}(M)$	-	5.619
ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0	-	0.007
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0	-	0.082
КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$	-	1.461
ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - НЕ ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ		
ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{\text{ср.}}(m)$	-	0.016
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$	-	0.276
ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛА ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:		
-ПРИ $P=0,88$ -(5.573, 5.666)		
ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ, A	-	-0.121
ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, $(E-E_n)$	-	-1.327

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

(Продолжение прил. Н)

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ 1 И 2 ВЫБОРКАМИ-СОПРЯЖЁННЫМИ

КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ, R_{yx} : 0.862, ЗАВИСИМ. - СИЛЬНАЯ
 КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ, d_{yx} - 0.742
 СТАНДАРТНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ, S_r - 0.102
 КРИТЕРИЙ СУЩЕСТВ. КОЭФФ. КОРРЕЛ. И РЕГР., t_r - 8.488,
 ЗНАЧИТ, СВЯЗЬ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$
 И СВЯЗЬ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,99$
 УРАВНЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ Y ПО X :

$$Y = 0.979 + 0.82690 * (X)$$
 КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ : $V_{y/x} = 0.82690$ И $V_{x/y} = 0.89779$
 ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ - 0.09742
 ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,95$:
 -ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ -(0.652, 1.071)
 -ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ -(0.62621, 1.02759)
 ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,99$:
 -ДЛЯ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ -(0.578, 1.145)
 -ДЛЯ КОЭФ. РЕГРЕССИИ -(0.55509, 1.09871)
 ПОГРЕШНОСТЬ ЛИНИИ РЕГРЕССИИ В ГЕНЕР. СОВОКУП., t_{Syx} -
 ПРИ $P=0,95$: 0.088; ПРИ $P=0,99$: 0.119
 ФАКТ. ЗНАЧ. КРИТ. СТЬЮДЕНТА ДЛЯ РАЗН. СРЕДН. t_{ϕ} : 0.079
 РАЗНОСТЬ НЕСУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$ И НЕСУЩЕСТВЕННА ПРИ
 $P=0,99$

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ? (Y/N) ?

Приложение О
(Справочное)

Пиковая молокоотдача

№	Опытная	Контроль
1.	3,251	3,205
2.	3,174	3,184
3.	3,185	3,198
4.	3,307	3,246
5.	3,255	3,217
6.	3,211	3,112
7.	3,185	3,184
8.	3,193	3,187
9.	3,257	3,130
10.	3,175	3,198
11.	3,171	3,200
12.	3,284	3,277
13.	3,295	3,035
14.	3,308	3,146
15.	3,271	3,232
16.	3,172	3,301
17.	3,183	3,264
18.	3,248	3,227
19.	3,275	3,195
20.	3,294	3,292
21.	3,297	3,183
22.	3,298	3,180
23.	3,317	3,195
24.	3,308	3,244
25.	3,279	3,278
26.	3,180	3,192
27.	3,195	3,220

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 1

3.251 3.174 3.185 3.307 3.255 3.211 3.185
 3.193 3.257 3.175 3.171 3.284 3.295 3.308
 3.271 3.172 3.183 3.248 3.275 3.294 3.297
 3.298 3.317 3.308 3.297 3.180 3.195

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\min}

- 3.171

МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\max}

- 3.317

(Продолжение прил. О)

СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{\text{ср.}}(M)$ - 3.244
 ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0 - 0.003
 СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0 - 0.054
 КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$ - 1.665
 ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - НЕ ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ
 ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{\text{ср.}}(m)$ - 0.010
 ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$ - 0.314
 ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛА ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:
 -ПРИ $P=0,88-(3.213, 3.275)$
 ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ A - -0.152
 ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, $(E-En)$ - -1.641

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 2

3.205	3.184	3.198	3.246	3.217	3.112	3.184
3.187	3.130	3.198	3.200	3.277	3.035	3.146
3.232	3.301	3.264	3.227	3.195	3.292	3.183
3.180	3.195	3.244	3.278	3.192	3.220	

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{min} - 3.035
 МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{max} - 3.301
 СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{\text{ср.}}(M)$ - 3.205
 ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0 - 0.003
 СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0 - 0.057
 КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$ - 1.784
 ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - НЕ ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ
 ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{\text{ср.}}(m)$ - 0.011
 ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$ - 0.337
 ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛА ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:
 -ПРИ $P=0,88-(3.172, 3.237)$
 ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ A - -0.755
 ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, $(E-En)$ - 1.346

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ 1 И 2 ВЫБОРКАМИ

(Продолжение прил. О)

КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ, R_{yx} : -0.029, ЗАВИСИМ. - СЛАБАЯ
 КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ, d_{yx} - 0.001
 СТАНДАРТНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ, S_r - 0.200
 КРИТЕРИЙ СУЩЕСТВ. КОЭФФ. КОРРЕЛ. И РЕГР., t_r - 0.144,
 ЗНАЧИТ, СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$
 И СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,99$

УРАВНЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ Y ПО X :

$$Y = 3.303 + (-0.03044) * (X)$$

КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ : $B_{y/x} = -0.03044$ И $B_{x/y} = -0.02715$

ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ - 0.21171

ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,95$:

-ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ -(-0.441, 0.383)

-ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ -(-0.46656, 0.40567)

ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,99$:

-ДЛЯ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ -(-0.587, 0.529)

-ДЛЯ КОЭФ. РЕГРЕССИИ -(-0.62110, 0.56022)

ПОГРЕШНОСТЬ ЛИНИИ РЕГРЕССИИ В ГЕНЕР. СОВОКУП., t_{Syx} -

ПРИ $P=0,95$: 0.120; ПРИ $P=0,99$: 0.163

ФАКТ. ЗНАЧ. КРИТ. СТЬЮДЕНТА ДЛЯ РАЗН. СРЕДН. t_f : 2.603

РАЗНОСТЬ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$ И СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,99$

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ? (Y/N) ?

Приложение П
(Справочное)

Время до пиковой интенсивности потока молока

№	Опытная	Контроль
1.	43,1	39,2
2.	42,8	39,5
3.	42,7	39,1
4.	43,9	38,4
5.	44,9	38,8
6.	41,8	39,2
7.	43,2	39,3
8.	44,1	39,4
9.	43,3	39,2
10.	44,2	39,4
11.	44,1	38,7
12.	43,2	38,9
13.	44,1	38,7
14.	43,3	39,5
15.	42,4	38,7
16.	43,0	38,6
17.	45,1	38,8
18.	46,2	38,6
19.	44,8	38,7
20.	43,9	38,5
21.	46,7	39,2
22.	45,8	39,4
23.	44,9	38,5
24.	46,8	38,7
25.	46,7	38,8
26.	45,8	38,3
27.	44,8	38,7

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 1

 43.100 42.800 42.700 43.900 44.900 41.800 43.200
 44.100 43.300 44.200 44.100 43.200 44.100 43.300
 42.400 43.000 45.100 46.200 44.800 43.900 46.700
 45.800 44.900 46.800 46.700 45.800 44.800

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\min} - 41.800
 МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\max} - 46.800

(Продолжение прил. П)

СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{ср.}(M)$	- 44.281
ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0	- 1.938
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0	- 1.392
КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$	- 3.144
ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ	
ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{хср.}(m)$	- 0.268
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$ -	0.605
ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛОВ ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:	
-ПРИ $P=0,95$ -	(43.730, 44.833)
-ПРИ $P=0,99$ -	(43.537, 45.026)
ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ, A	- 0.322
ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, $(E-E_n)$	- -0.826

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

==

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 2

39.200 39.500 39.100 38.400 38.800 39.200 39.300
 39.400 39.200 39.400 38.700 38.900 38.700 39.500
 38.700 38.600 38.800 38.600 38.700 38.500 39.200
 39.400 38.500 38.700 38.800 38.300 38.700

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{min}	- 38.300
МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{max}	- 39.500
СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{ср.}(M)$	- 38.919
ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0	- 0.131
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0	- 0.362
КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$	- 0.929
ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - НЕ ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ	
ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{хср.}(m)$	- 0.068
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$ -	0.175
ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛА ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:	
-ПРИ $P=0,88$ -	(38.714, 39.123)
ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ, A	- 0.185
ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, $(E-E_n)$	- -1.244

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

(Продолжение прил. П)

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ 1 И 2 ВЫБОРКАМИ

 КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ, R_{yx} : -0.299, ЗАВИСИМ. - СЛАБАЯ
 КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ, d_{yx} - 0.090
 СТАНДАРТНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ, S_r - 0.191
 КРИТЕРИЙ СУЩЕСТВ. КОЭФФ. КОРРЕЛ. И РЕГР., t_r - 1.569,
 ЗНАЧИТ, СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$
 И СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,99$
 УРАВНЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ Y ПО X :

$$Y = 42.363 + -0.07779 * (X)$$
 КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ : $V_{y/x} = -0.07779$ И $V_{x/y} = -1.15291$
 ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ - 0.04957
 ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,95$:
 -ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ -(-0.693, 0.094)
 -ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ -(-0.17990, 0.02432)
 ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,99$:
 -ДЛЯ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ -(-0.832, 0.233)
 -ДЛЯ КОЭФ. РЕГРЕССИИ -(-0.21608, 0.06050)
 ПОГРЕШНОСТЬ ЛИНИИ РЕГРЕССИИ В ГЕНЕР. СОВОКУП., t_{Syx} -
 ПРИ $P=0,95$: 0.725; ПРИ $P=0,99$: 0.982
 ФАКТ. ЗНАЧ. КРИТ. СТЬЮДЕНТА ДЛЯ РАЗН. СРЕДН. t_{ϕ} : 19.372
 РАЗНОСТЬ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$ И СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,99$

 БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ? (Y/N) ?

Приложение Р
(Справочное)
Разовый удой

№	Опытная	Контроль
1.	9,876	9,77
2.	9,745	10,04
3.	10,048	9,623
4.	10,124	9,731
5.	9,987	9,685
6.	9,874	9,842
7.	9,759	9,601
8.	9,804	9,511
9.	9,924	9,347
10.	9,896	9,532
11.	9,66	9,654
12.	10,257	9,629
13.	9,987	9,178
14.	9,858	9,394
15.	10,241	8,751
16.	10,251	9,487
17.	10,153	9,824
18.	9,874	9,734
19.	9,83	9,757
20.	9,981	9,456
21.	9,753	9,457
22.	9,843	9,502
23.	9,982	9,645
24.	9,753	9,535
25.	9,951	9,645
26.	9,854	9,775
27.	9,953	9,825

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 1

 9.876 9.745 10.048 10.124 9.987 9.874 9.759
 9.804 9.924 9.896 9.660 10.257 9.987 9.858
 10.241 10.251 10.153 9.874 9.830 9.981 9.753
 9.843 9.982 9.753 9.951 9.854 9.953

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\min}

- 9.660

МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\max}

- 10.257

(Продолжение прил. Р)

СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{ср.}(M)$	- 9.934
ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0	- 0.026
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0	- 0.161
КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$	- 1.621
ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ	
ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{ср.}(m)$	- 0.031
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$ -	0.312
ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛОВ ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:	
-ПРИ $P=0,95$ - (9.870, 9.998)	
-ПРИ $P=0,99$ - (9.848, 10.020)	
ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ, A	- 0.597
ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, $(E-En)$	- -0.371

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

==

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 2

9.770	10.040	9.623	9.731	9.685	9.842	9.601
9.511	9.347	9.532	9.654	9.629	9.178	9.394
8.751	9.487	9.824	9.734	9.757	9.456	9.457
9.502	9.645	9.535	9.645	9.775	9.825	

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{min}	- 8.751
МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{max}	- 10.040
СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{ср.}(M)$	- 9.590
ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0	- 0.060
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0	- 0.246
КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$	- 2.563
ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - НЕ ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ	
ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{ср.}(m)$	- 0.046
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$ -	0.484
ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛА ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:	
-ПРИ $P=0,88$ - (9.451, 9.729)	
ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ, A	- -1.406
ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, $(E-En)$	- 3.404

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

(Продолжение прил. Р)

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ 1 И 2 ВЫБОРКАМИ-СОПРЯЖЁННЫМИ

КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ, R_{yx} : -0.301, ЗАВИСИМ. - СРЕДНЯЯ

КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ, d_{yx} - 0.091

СТАНДАРТНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ, S_r - 0.191

КРИТЕРИЙ СУЩЕСТВ. КОЭФФ. КОРРЕЛ. И РЕГР., t_r - 1.579,

ЗНАЧИТ, СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$

И СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,99$

УРАВНЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ Y ПО X :

$$Y = 14.157 + -0.45975 * (X)$$

КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ : $V_{y/x} = -0.45975$ И $V_{x/y} = -0.19731$

ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ - 0.29112

ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,95$:

-ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ -(-0.694, 0.092)

-ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ -(-1.05945, 0.13995)

ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,99$:

-ДЛЯ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ -(-0.833, 0.231)

-ДЛЯ КОЭФ. РЕГРЕССИИ -(-1.27196, 0.35246)

ПОГРЕШНОСТЬ ЛИНИИ РЕГРЕССИИ В ГЕНЕР. СОВОКУП., t_{Syx} -

ПРИ $P=0,95$: 0.492; ПРИ $P=0,99$: 0.667

ФАКТ. ЗНАЧ. КРИТ. СТЬЮДЕНТА ДЛЯ РАЗН. СРЕДН. t_f : 5.385

РАЗНОСТЬ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$ И СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,99$

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ? (Y/N) ?

Приложение С
(Справочное)
Продолжительность доения

№	Опытная	Контроль
1.	378	361,3
2.	361,1	362,4
3.	364,2	358,4
4.	377,8	359,2
5.	388,2	362,3
6.	379,2	367,7
7.	367	364,2
8.	384	355,4
9.	375,5	351,5
10.	368,2	358,3
11.	387,1	360,5
12.	385,2	364,8
13.	374,1	362,5
14.	371,4	369,6
15.	388,2	368,4
16.	367,5	368,2
17.	378,1	369,5
18.	384,2	360,6
19.	378,1	358,4
20.	369,2	358,4
21.	367,5	361,2
22.	378,5	362,6
23.	365,2	364,8
24.	364,1	362,9
25.	378,2	364,8
26.	377,5	366,8
27.	378,5	365,5

=====

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 1

378.000 361.100 364.200 377.800 388.200 379.200 367.000
 384.000 375.500 368.200 387.100 385.200 374.100 371.400
 388.200 367.500 378.100 384.200 378.100 369.200 367.500
 378.500 365.200 364.100 378.200 377.500 378.500

(Продолжение прил. С)

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\min}	- 361.100
МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\max}	- 388.200
СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{\text{ср.}}(M)$	- 375.400
ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0	- 63.463
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0	- 7.966
КОЭФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$	- 2.122
ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0	- НЕ ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ
ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{\text{ср.}}(m)$	- 1.504
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$	- 0.401
ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛА ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:	
-ПРИ $P=0,88$ -	(370.887, 379.913)
ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ, A	- -0.063
ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, $(E-En)$	- -1.060

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 2

361.300 362.400 358.400 359.200 362.300 367.700 364.200
 355.400 351.500 358.300 360.500 364.800 362.500 369.600
 368.400 368.200 369.500 360.600 358.400 358.400 361.200
 362.600 364.800 362.900 364.800 366.800 365.500

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\min}	- 351.500
МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{\max}	- 369.600
СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{\text{ср.}}(M)$	- 362.600
ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0	- 19.272
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0	- 4.390
КОЭФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$	- 1.211
ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0	- ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ
ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{\text{ср.}}(m)$	- 0.845
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$	- 0.233
ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛОВ ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:	
-ПРИ $P=0,95$ -	(360.860, 364.340)
-ПРИ $P=0,99$ -	(360.251, 364.949)
ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ, A	- -0.368
ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, $(E-En)$	- -0.071

(Продолжение прил. С)

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ 1 И 2 ВЫБОРКАМИ-СОПРЯЖЁННЫМИ

КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ, R_{yx} : 0.036, ЗАВИСИМ. - СЛАБАЯ

КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ, d_{yx} - 0.001

СТАНДАРТНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ, S_r - 0.200

КРИТЕРИЙ СУЩЕСТВ. КОЭФФ. КОРРЕЛ. И РЕГР., t_r - 0.178,

ЗНАЧИТ, СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$

И СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,99$

УРАВНЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ Y ПО X :

$$Y = 355.220 + 0.01966 * (X)$$

КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ : $V_{y/x} = 0.01966$ И $V_{x/y} = 0.06474$

ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ - 0.11014

ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,95$:

-ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ -{ -0.376, 0.447}

-ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ -{ -0.20723, 0.24655}

ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,99$:

-ДЛЯ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ -{ -0.522, 0.593}

-ДЛЯ КОЭФ. РЕГРЕССИИ -{ -0.28763, 0.32695}

ПОГРЕШНОСТЬ ЛИНИИ РЕГРЕССИИ В ГЕНЕР. СОВОКУП, t_{Syx} -

ПРИ $P=0,95$: 9.216; ПРИ $P=0,99$: 12.483

ФАКТ. ЗНАЧ. КРИТ. СТЬЮДЕНТА ДЛЯ РАЗН. СРЕДН. t_f : 7.425

РАЗНОСТЬ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$ И СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,99$

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ? (Y/N) ?

Приложение Т
(Справочное)

№	Опытная	Контроль
1.	1,568	1,546
2.	1,619	1,593
3.	1,655	1,584
4.	1,608	1,551
5.	1,544	1,583
6.	1,562	1,592
7.	1,595	1,595
8.	1,532	1,583
9.	1,586	1,581
10.	1,61	1,597
11.	1,597	1,598
12.	1,598	1,597
13.	1,6	1,581
14.	1,593	1,584
15.	1,582	1,605
16.	1,591	1,575
17.	1,611	1,558
18.	1,543	1,593
19.	1,556	1,562
20.	1,623	1,601
21.	1,591	1,584
22.	1,56	1,585
23.	1,695	1,589
24.	1,507	1,589
25.	1,579	1,621
26.	1,567	1,614
27.	1,577	1,581

=====

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 1

(Продолжение прил. Т)

1.568	1.619	1.655	1.608	1.544	1.562	1.595
1.532	1.586	1.610	1.597	1.598	1.600	1.593
1.582	1.591	1.611	1.543	1.556	1.623	1.591
1.560	1.695	1.507	1.579	1.567	1.577	

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{min} - 1.507
 МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{max} - 1.695
 СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{ср.}(M)$ - 1.587
 ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0 - 0.001
 СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0 - 0.038
 КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$ - 2.382
 ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - НЕ ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ
 ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{ср.}(m)$ - 0.007
 ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$ - 0.450
 ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛА ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:
 -ПРИ $P=0,88$ -{ 1.566, 1.608)
 ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ, A - 0.558
 ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, $(E-En)$ - 1.312

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 2

1.546	1.593	1.584	1.551	1.583	1.592	1.595
1.583	1.581	1.597	1.598	1.597	1.581	1.584
1.605	1.575	1.558	1.593	1.562	1.601	1.584
1.585	1.589	1.589	1.621	1.614	1.581	

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{min} - 1.546
 МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{max} - 1.621
 СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{ср.}(M)$ - 1.586
 ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0 - 0.000
 СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0 - 0.017
 КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$ - 1.080
 ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ
 ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{ср.}(m)$ - 0.003
 ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$ - 0.208
 ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛОВ ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:
 -ПРИ $P=0,95$ -{ 1.579, 1.593)

(Продолжение прил. Т)

-ПРИ P=0,99-(1.577, 1.595)
 ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ ,A - -0.494
 ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, (E-En) - 0.428

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ 1 И 2 ВЫБОРКАМИ-СОПРЯЖЁННЫМИ

КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ, R_{yx} : 0.014, ЗАВИСИМ. - СЛАБАЯ
 КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ, d_{yx} - 0.000
 СТАНДАРТНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ, S_r - 0.200
 КРИТЕРИЙ СУЩЕСТВ. КОЭФФ. КОРРЕЛ. И РЕГР., t_r - 0.068,
 ЗНАЧИТ, СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ P=0,95
 И СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ P=0,99

УРАВНЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ Y ПО X :

$$Y = 1.576 + 0.00616 * (X)$$

КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ : $V_{y/x} = 0.00616$ И $V_{x/y} = 0.03003$
 ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ - 0.09060

ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ P=0,95:

-ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ -(-0.398, 0.426)

-ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ -(-0.18048, 0.19281)

ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ P=0,99:

-ДЛЯ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ -(-0.544, 0.572)

-ДЛЯ КОЭФ. РЕГРЕССИИ -(-0.24662, 0.25895)

ПОГРЕШНОСТЬ ЛИНИИ РЕГРЕССИИ В ГЕНЕР. СОВОКУП, $t_{S_{yx}}$ -

ПРИ P=0,95: 0.036; ПРИ P=0,99: 0.049

ФАКТ. ЗНАЧ. КРИТ. СТЬЮДЕНТА ДЛЯ РАЗН. СРЕДН. t_f : 0.126

РАЗНОСТЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ P=0,95 И НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ P=0,99

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ? (Y/N) ?

Приложение У
(Справочное)

Ручной додой

№	Опытная	Контроль
1.	0,083	0,127
2.	0,088	0,129
3.	0,075	0,143
4.	0,091	0,133
5.	0,082	0,141
6.	0,079	0,132
7.	0,084	0,137
8.	0,078	0,137
9.	0,077	0,132
10.	0,084	0,141
11.	0,089	0,133
12.	0,075	0,146
13.	0,084	0,135
14.	0,091	0,141
15.	0,077	0,131
16.	0,088	0,135
17.	0,074	0,138
18.	0,086	0,137
19.	0,088	0,134
20.	0,087	0,147
21.	0,072	0,132
22.	0,082	0,140
23.	0,085	0,134
24.	0,075	0,134
25.	0,084	0,138
26.	0,092	0,137
27.	0,071	0,129

ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 1

0.083	0.088	0.075	0.091	0.082	0.079	0.084
0.078	0.077	0.084	0.089	0.075	0.084	0.091
0.077	0.088	0.074	0.086	0.088	0.087	0.072
0.082	0.085	0.075	0.084	0.092	0.071	

(Продолжение прил. У)

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{min}	-	0.071
МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{max}	-	0.092
СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{ср.}(M)$	-	0.082
ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0	-	0.000
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0	-	0.006
КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$	-	7.506
ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - НЕ ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ		
ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{ср.}(m)$	-	0.001
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$	-	1.417
ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛА ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:		
-ПРИ $P=0,88$ -(0.079, 0.086)		
ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ , A	-	-0.214
ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, (E- E_n)	-	-1.106

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?
ИСХОДНАЯ ВЫБОРКА: 2

0.127	0.129	0.143	0.133	0.141	0.132	0.137
0.137	0.132	0.141	0.133	0.146	0.135	0.141
0.131	0.135	0.138	0.137	0.134	0.147	0.132
0.140	0.134	0.134	0.138	0.137	0.129	

МИНИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{min}	-	0.127
МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ВЫБОРКИ, X_{max}	-	0.147
СРЕДНЕЕ АРИФМЕТИЧЕСКОЕ, $X_{ср.}(M)$	-	0.136
ВЫБОРОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ, D_0	-	0.000
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОЕ ОТКЛОНЕНИЕ(СТАНДАРТ), S_0	-	0.005
КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ $C_v, \%$	-	3.695
ГИПОТЕЗА НОРМ.РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО R/S_0 - ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ		
ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $S_{ср.}(m)$	-	0.001
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ВЫБОРОЧНОЙ СРЕДНЕЙ, $\%$	-	0.711
ГРАНИЦЫ ДОВЕР.ИНТЕРВАЛОВ ДЛЯ ГЕНЕРАЛ.СРЕДНЕЙ:		
-ПРИ $P=0,95$ -(0.134, 0.138)		
-ПРИ $P=0,99$ -(0.133, 0.139)		
ПОКАЗАТЕЛЬ АСИММЕТРИИ , A	-	0.385
ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКСЦЕССА, (E- E_n)	-	-0.373

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ ? (Y/N)?

(Продолжение прил. У)

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ 1 И 2 ВЫБОРКАМИ

КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ, R_{yx} : 0.067, ЗАВИСИМ. - СЛАБАЯ
 КОЭФФИЦИЕНТ ДЕТЕРМИНАЦИИ, d_{yx} - 0.004
 СТАНДАРТНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ, S_r - 0.200
 КРИТЕРИЙ СУЩЕСТВ. КОЭФФ. КОРРЕЛ. И РЕГР., t_r - 0.334,
 ЗНАЧИТ, СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$
 И СВЯЗЬ НЕ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,99$
 УРАВНЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ Y ПО X :
 $Y = 0.132 + 0.05422 * (X)$
 КОЭФФИЦИЕНТЫ РЕГРЕССИИ : $B_{y/x} = 0.05422$ И $B_{x/y} = 0.08180$
 ПОГРЕШНОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ - 0.16246
 ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,95$:
 -ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ -(-0.344, 0.478)
 -ДЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА РЕГРЕССИИ -(-0.28046, 0.38890)
 ГРАНИЦЫ ДОВЕРИТЕЛЬНЫХ ИНТЕРВАЛОВ ПРИ $P=0,99$:
 -ДЛЯ КОЭФ. КОРРЕЛЯЦИИ -(-0.490, 0.623)
 -ДЛЯ КОЭФ. РЕГРЕССИИ -(-0.39906, 0.50749)
 ПОГРЕШНОСТЬ ЛИНИИ РЕГРЕССИИ В ГЕНЕР. СОВОКУП, $t_{S_{yx}}$ -
 ПРИ $P=0,95$: 0.011; ПРИ $P=0,99$: 0.014
 ФАКТ. ЗНАЧ. КРИТ. СТЬЮДЕНТА ДЛЯ РАЗН. СРЕДН. t_f : 35.097
 РАЗНОСТЬ СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,95$ И СУЩЕСТВЕННА ПРИ $P=0,99$

БУДЕТЕ РАСПЕЧАТЫВАТЬ ТАБЛИЦУ ? (Y/N) ?

Приложение Ф
(Обязательное)

Экономическая эффективность экспериментального доильного аппарата от уменьшения трудоемкости

Исключение массажа вымени из подготовительных операций преддоильной подготовки молочной железы к машинному доению обеспечивает эффект в денежном выражении в сумме:

$$\mathcal{E}_o = (Z_b - Z_n)G_n - [(C_b - H_k K_b) - (C_n + H_k K_n)]G_n, \quad (4.1)$$

где: \mathcal{E}_o – прибыль за год от снижения трудозатрат, руб.;

Z_b, Z_n – производственные, общепроизводственные и общехозяйственные денежные расходы на доение одной коровы при использовании базового и экспериментального доильного устройства, руб.;

G_n – годовое число доек экспериментальным доильным аппаратом, шт.;

C_b, C_n – прямые средства на доение коровы базовым и экспериментальным механизмом для доения, руб.;

H_k – коэффициент капвложений, $H_k = 0,15$;

K_b, K_n – удельный вес капвложений в общей стоимости затрат на одну дойку при доении базовым доильным аппаратом и экспериментальным адаптивным доильным аппаратом.

Здесь C_b и C_n :

$$C_b = t_{po1} B_u; \quad C_n = t_{po2} B_u, \quad (4.2)$$

где: t_{po1}, t_{po2} – трудоемкость операций, выполняемых при доении базовым доильным аппаратом и экспериментальным адаптивным доильным аппаратом, ч.;

B_u – тариф, р.ч.,

а K_b и K_n – как:

$$K_b = \frac{Z_b}{G_n}; \quad K_n = \frac{Z_n}{G_n}, \quad (4.3)$$

где: Z_b – стоимость и Z_n – лимитная стоимость адаптивного доильного аппарата, руб.

Приложение X
(Обязательное)

Лимитная стоимость экспериментального доильного аппарата
Лимитная стоимость экспериментального доильного аппарата:

$$Z_n = \frac{1,1Z_b\alpha + (l_b\beta - l_H)G_H P_H}{(1 + a_n P_H)^{1,1}}, \quad (4.4)$$

где: α – коэффициент обновления базового аппарата при G_H доек;

l_b – эксплуатационные затраты в общей сумме затрат по базовому доильному аппарату;

l_H – эксплуатационные затраты в общей сумме затрат по экспериментальному доильному аппарату без учета амортизационных отчислений;

β – коэффициент сокращения затрат, $\beta = 0,99$;

P_H – нормативный коэффициент эффекта капвложений, $P_H = 0,125$;

a_n – отчисления на амортизацию, $a_n = 0,14$.

Эксплуатационные l_b затраты:

$$l_b = I_b \cdot G_n, \text{ или } l_b = \frac{B_b + A_b}{G_H}, \quad (4.5)$$

где I_b – годовые эксплуатационные затраты, руб.;

G_n – годовой объем работ;

B_b – фонд оплаты труда, руб.;

A_b – амортизация и ремонт, руб.;

Амортизационные отчисления равны:

$$A_b = a_n (z_b - R_t), \quad (4.6)$$

где: R_t – торговые и транспортные расходы, руб.,

а фонд оплаты труда B_b определяют по равенству:

$$B_b = 1,18 t_{pol} B_q G_n, \quad (4.7)$$

Эксплуатационные расходы в общей сумме затрат по экспериментальному доильному аппарату (l_H):

$$l_H = I_H \cdot G_H = B_H \cdot G_H, \quad (4.8)$$

где:

$$B_H = 1,18 t_{po2} B_q G_n \quad (4.9)$$

Приложение Ц
(Обязательное)

*Экономическая эффективность экспериментального
доильного аппарата от увеличения продуцирования молока*

Экономический эффект применения испытуемого доильного аппарата от увеличения продуцирования молока:

$$\mathcal{E}'_n = \mathcal{E}_n Q_n = ([P_1 (I_b - E_n K_1)] / [P_2 (I_n + E_n K_2)]) Q_n, \quad (4.10)$$

где \mathcal{E}'_n – эффект на 1 ц полученного молока, руб ц;

\mathcal{E}_n – эффект в расчете на один доильный аппарат от увеличения продуцирования молока, руб;

Q_n – масса полученного молока в расчете на один испытуемый доильный аппарат, ц;

P_1, P_2 – количество молока в сравниваемых вариантах в денежном выражении, руб;

$$P_1 = q_b M I_{\zeta_m}; \quad P_2 = q_n M I_{\zeta_m}.$$

Здесь q_b и q_n – годовое продуцирование молока при доении базовым доильным аппаратом и экспериментальным доильным аппаратом; M – число коров, доящихся одним доильным аппаратом, шт.; I_{ζ_m} – закупочная стоимость 1 центнера молока, руб;

I_b, I_n – годовые эксплуатационные затраты, руб;

E_n – нормативный коэффициент эффективности;

K_1, K_2 – капитальные вложения по сравниваемым вариантам, руб.

Приложение Ч
(Обязательное)

Экономическая эффективность экспериментального доильного аппарата от предупреждения заболеваемости вымени коров маститом

Экономический эффект применения испытуемого доильного аппарата от предупреждения заболеваемости вымени коров маститом:

$$\mathcal{E}'_n = \mathcal{E}_n / Q_n = ([\Pi_3 - (I_b + E_n K_1)] - [\Pi_4 - (I_n + E_n K_2)]) / Q_n, \quad (4.11)$$

где \mathcal{E}'_n – эффект на 1 ц полученного молока, руб/ц;

\mathcal{E}_n – эффект в расчете на один доильный аппарат от предупреждения заболеваемости вымени коров маститом, руб;

Q_n – масса полученного молока в расчете на один испытуемый доильный аппарат, ц;

Π_3, Π_4 – количество молока в сравниваемых вариантах в денежном выражении, руб;

$$\Pi_3 = q_b M \Pi_m [1 - n_1 / 100]; \quad \Pi_4 = q_n M \Pi_m [1 - n_2 / 100], \quad (4.12)$$

где n_1 – процент животных опытной группы, заболевших маститом, %;

n_2 – процент животных контрольной группы, заболевших маститом, %;

q_b и q_n – годовое продуцирование молока при доении базовым доильным аппаратом и экспериментальным доильным аппаратом; M – число коров, доящихся одним доильным аппаратом, шт.; Π_m – закупочная стоимость 1 центнера молока, руб;

I_b, I_n – годовые эксплуатационные затраты, руб;

E_n – нормативный коэффициент эффективности;

K_1, K_2 – капитальные вложения по сравниваемым вариантам, руб.

Приложение Ш
(Обязательное)

Расчет экономической эффективности экспериментального доильного аппарата при обслуживании 20 коров

1. Расчет годовой экономической эффективности экспериментального доильного аппарата по приведенным затратам

Объем капвложений:

$$K_1 = (9800 + 0,125 \cdot 9800) \cdot 2 = 22050,0 \text{ руб.}$$

$$K_2 = (12100 + 0,125 \cdot 12100) \cdot 2 = 27225,0 \text{ руб.}$$

Годовой объем работ по доению коров:

$$G_n = 20 \cdot 3 \cdot 365 = 21900 \text{ доек.}$$

Продолжительность доения коровы с учетом времени подготовки вымени, выполнения заключительных операций и переноса доильного ведра для слива молока в общую емкость:

$$t_1 = 362,6 + 55 + 90 = 507,6 \text{ с.}$$

$$t_2 = 375,4 + 29 + 90 = 494,4 \text{ с.}$$

Производительность доильного аппарата:

$$Q_1 = 3600 / 507,6 = 7,09 \text{ гол./ час.}$$

$$Q_2 = 3600 / 494,4 = 7,28 \text{ гол./ час.}$$

Число часов работы в сутки одного аппарата:

$$T_{c1} = (20 \cdot 3) / (7,09 \cdot 2) = 4,23 \text{ час.}$$

$$T_{c2} = (20 \cdot 3) / (7,28 \cdot 2) = 4,12 \text{ час.}$$

Годовой фонд времени работы:

$$T_{r1} = 4,23 \cdot 365 = 1543,95 \text{ час.}$$

$$T_{r2} = 4,12 \cdot 365 = 1503,8 \text{ час.}$$

Суточные затраты ручного труда:

$$Z_{c1} = 4,23 \cdot 1 = 4,23 \text{ чел.-час.}$$

$$Z_{c2} = 4,12 \cdot 1 = 4,12 \text{ чел.-час.}$$

Годовые затраты труда:

$$Z_{r1} = 4,23 \cdot 365 = 1543,95 \text{ чел.-час.}$$

(Продолжение прил. III)

$$Z_{r2}=4,12 \cdot 365=1503,8 \text{ чел.-час.}$$

Фонд заработной платы:

$$C_{r1}=128,18 \cdot 1543,95 =197903,51 \text{ руб.}$$

$$C_{r2}=128,18 \cdot 1503,8 =192757,08 \text{ руб.}$$

Годовые расходы на текущий ремонт и текущие техуходы:

$$S_{p1}=0,142 \cdot 9800 \cdot 2=2783,2 \text{ руб.}$$

$$S_{p2}=0,142 \cdot 12100 \cdot 2=3436,40 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления:

$$S_{a1}=0,166 \cdot 9800 \cdot 2=3253,6 \text{ руб.}$$

$$S_{a2}=0,166 \cdot 12100 \cdot 2=4017,2 \text{ руб.}$$

Годовой расход электроэнергии:

$$P_1=1543,95 \cdot 3,0 \cdot 1,07 =4956,080 \text{ кВт.-час.}$$

$$P_2=1503,8 \cdot 3,0 \cdot 1,07 =4827,198 \text{ кВт.-час.}$$

Годовая стоимость электроэнергии:

$$S_{r1}=2,91 \cdot 4956,08 =14422,19 \text{ руб.}$$

$$S_{r2}=2,91 \cdot 4827,198 =14047,15 \text{ руб.}$$

Экономия труда:

$$Э_{т}=(1543,95 / (6328,4 \cdot 365) - (1503,8 / (6866,3 \cdot 365))) \cdot 365 \cdot 6866,3=171,38 \text{ чел.-час.}$$

Годовые эксплуатационные расходы:

$$И_1=197903,51 +2783,2 +3253,6+14422,19 =218362,5 \text{ руб.}$$

$$И_2=192757,08 +3436,4 +4017,2+14047,15 =214257,83 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости доильного аппарата:

$$T=12100 \cdot 2 / (218362,5 -214257,83)=5,9 \text{ года}$$

Приведенные затраты:

$$П_{r1}=218362,5 +0,15 \cdot 9800,0 =219832,5 \text{ руб.}$$

$$П_{r2}=214257,83 +0,15 \cdot 12100=216072,83 \text{ руб.}$$

Экономический эффект по приведенным затратам на 20 коров:

$$Э_{r}=219832,5-216072,83 =3759,67 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект в расчете на одну корову:

(Продолжение прил. III)

$$\mathcal{E}_n = 3759,67 / 20 = 187,98 \text{ руб.}$$

1.1. Лимитная стоимость

$$Z_n = 1,1 \cdot 12100 \cdot 1,2 + (218362,5 \cdot 0,99 - 216072,83) \cdot 1503,8 \cdot 0,125 / ((1 + 0,14 \cdot 0,125) - 1,1) = 32570,58 \text{ руб.}$$

1.2. Годовой экономический эффект экспериментального доильного аппарата с учетом роста молочной продуктивности коров и предотвращения заболеваемости вымени коров маститом

Годовой экономический эффект от роста молочной продуктивности коров:

- в расчете на 20 коров:

$$\mathcal{E}_{мл} = 21,0 \cdot 20 \cdot (6554,9 - 6328,4) = 95130,00 \text{ руб.}$$

- в расчете на одну голову:

$$\mathcal{E}_m = 95130,0 / 20 = 4756,5 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект экспериментального доильного аппарата с учетом предотвращения потери сортности в результате предупреждения заболеваемости вымени коров маститом

$$\mathcal{E}_{мас} = (21,0 - 15,0) \cdot 6554,9 = 39329,4 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект экспериментального доильного аппарата с учетом роста молочной продуктивности коров и предотвращения заболеваемости вымени коров маститом

- в расчете на 20 коров:

$$\mathcal{E}_m = 95130,0 + 39329,4 = 134459,4 \text{ руб.}$$

- в расчете на одну голову:

$$\mathcal{E}_m = 134459,4 / 20 = 6722,97 \text{ руб.}$$

1.3 Годовой экономический эффект экспериментального доильного аппарата с учетом приведенных затрат, роста молочной продуктивности коров и предотвращения заболеваемости вымени коров маститом

- в расчете на 20 коров:

$$\mathcal{E}_m = 3759,67 + 95130,00 + 39329,4 = 138219,07 \text{ руб.}$$

- в расчете на одну голову:

$$\mathcal{E}_m = 165738,67 / 20 = 6910,95 \text{ руб.}$$

Приложение Ш
(Обязательное)

АКТ

внедрения в производство научно – технической разработки

1. **НАИМЕНОВАНИЕ ВНЕДРЕННОГО МЕРОПРИЯТИЯ** «Доильный аппарат» по патенту на изобретение №2695868, патенту на полезную модель №202513
2. **КАКИМ НАУЧНЫМ УЧРЕЖДЕНИЕМ МЕРОПРИЯТИЕ ПРЕДЛОЖЕНО К ВНЕДРЕНИЮ** Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»
3. **НАИМЕНОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВА:** ИП Глава КФХ Карташов Ф.И. (Белгородская область, Верхопенский муниципальный округ Ивнянского района, хутор Покровский)
4. **КАЛЕНДАРНЫЕ СРОКИ ВНЕДРЕНИЯ** ноябрь 2020г. – февраль 2021г.
5. **ОБЪЕМ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЯ** два доильных аппарата
6. **ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ НА ЕДИНИЦУ (га, гол. и т.д.) И НА ВЕСЬ ОБЪЕМ** 4248,00 рублей на одну корову, 84960,00 рублей на 20 коров.
8. **ФАМИЛИЯ, ДОЛЖНОСТЬ РАБОТНИКОВ, УЧАСТВОВАВШИХ ВО ВНЕДРЕНИИ МЕРОПРИЯТИЯ** Кузьмина О.С., аспирант

ПОДПИСИ:



ИП Глава КФХ Карташов Ф.И.

Ф.И. Карташов

М.П.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ

и.о. проректора по научной работе и инновациям А.Ф. Дорофеев

исполнитель О.С. Кузьмина



М.П.

Приложение Э
(Обязательное)

АКТ

внедрения в производство научно – технической разработки

1. **НАИМЕНОВАНИЕ ВНЕДРЕННОГО МЕРОПРИЯТИЯ «Доильный аппарат» по патенту на изобретение №2695868, патенту на полезную модель №202513**
2. **КАКИМ НАУЧНЫМ УЧРЕЖДЕНИЕМ МЕРОПРИЯТИЕ ПРЕДЛОЖЕНО К ВНЕДРЕНИЮ Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»**
3. **НАИМЕНОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВА: ИП Глава КФХ Калашник Р.Н. (Белгородская область, Белгородский район, поселок Майский)**
4. **КАЛЕНДАРНЫЕ СРОКИ ВНЕДРЕНИЯ ноябрь 2020г. – февраль 2021г.**
5. **ОБЪЕМ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЯ два доильных аппарата**
6. **ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ НА ЕДИНИЦУ (га, гол. и т.д.) И НА ВЕСЬ ОБЪЕМ 3629,00 рублей на одну корову, 72580,00 рублей на 20 коров.**
7. **ФАМИЛИЯ, ДОЛЖНОСТЬ РАБОТНИКОВ, УЧАСТВОВАВШИХ ВО ВНЕДРЕНИИ МЕРОПРИЯТИЯ Кузьмина О.С., аспирант**

ПОДПИСИ:

ИП Глава КФХ Калашник Р.Н.

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ



Р.Н. Калашник

и.о. проректора по научной работе и инновациям А.Ф. Дорофеев

исполнитель

О.С. Кузьмина

М.П.

Приложение Ю
(Обязательное)

АКТ

внедрения в производство научно – технической разработки

1. **НАИМЕНОВАНИЕ ВНЕДРЕННОГО МЕРОПРИЯТИЯ** «Доильный аппарат» по патенту на изобретение №2695868, патенту на полезную модель №202513

2. **КАКИМ НАУЧНЫМ УЧРЕЖДЕНИЕМ МЕРОПРИЯТИЕ ПРЕДЛОЖЕНО К ВНЕДРЕНИЮ** Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»

3. **НАИМЕНОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВА:** ООО «МОЛОЧНЫЕ ЭКО-ФЕРМЫ» (Белгородская область, Белгородский район, пгт. Октябрьский, пер. Матросова, д. 12)

4. **КАЛЕНДАРНЫЕ СРОКИ ВНЕДРЕНИЯ** декабрь 2020г. – март 2021г.

5. **ОБЪЕМ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЯ** два доильных аппарата

6. **ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ НА ЕДИНИЦУ** (га, гол. и т.д.) **И НА ВЕСЬ ОБЪЕМ** 4717,70 рублей на одну корову, 94354,00 рублей на 20 коров.

7. **ФАМИЛИЯ, ДОЛЖНОСТЬ РАБОТНИКОВ, УЧАСТВОВАВШИХ ВО ВНЕДРЕНИИ МЕРОПРИЯТИЯ** Кузьмина О.С., аспирант

ПОДПИСИ:

ООО «МОЛОЧНЫЕ ЭКО-ФЕРМЫ»

ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ

генеральный директор _____

А.А. Молошный

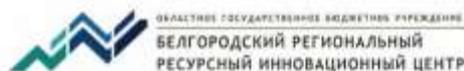
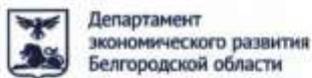
и.о. проректора по научной работе и инновациям _____ А.Ф. Дорофеев

исполнитель _____ О.С. Кузьмина



М.П.

Приложение Я
(Обязательное)



СЕРТИФИКАТ

участника

финального отбора программы «УМНИК»
Фонда содействия инновациям
по направлению
«Новые приборы и интеллектуальные
производственные технологии»

вручается

**Кузьминой
Ольге Сергеевне**

Региональный представитель
Фонда содействия инновациям,
директор ОГБУ «БРРИЦ»

Е. Гоголь

г. Белгород
2019 год

Приложение 1
(Обязательное)



Приложение 2
(Обязательное)

