

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

На правах рукописи



Клёсов Дмитрий Николаевич

**РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ
ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКОГО ПУЛЬСАТОРА АДАПТИВНОГО
ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ДОЕНИЕМ В БИДОН**

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

Диссертация изложена на 200 стр. машинописного текста, в том числе содержит 14 таблиц, 73 рисунка, 11 приложений. Список литературы включает 115 наименований.

Ключевые слова: пульсатор, корова, доение, аппарат, золотник, датчик потока молока, соотношение тактов, частота пульсаций, молокоотдача, расход, вакуум, доильный стакан, мастит.

Диссертационная работа выполнена с целью улучшения машинного доения коров, в частности доильных аппаратов.

На основе анализа данных исследований, а также изучения известных конструкций разработан доильный аппарат с механическим пульсатором.

Для описания рабочего процесса пульсатора доильного аппарата созданы математические модели.

Приведены методики и экспериментальные данные доильного аппарата с механическим пульсатором.

Представлены результаты производственных испытаний доильного аппарата в хозяйствах области и рассчитана его экономическая эффективность.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ	11
1.1 Анализ исследований доения коров адаптивными доильными аппаратами. 11	11
1.2. Классификация и анализ адаптивных доильных аппаратов.....	21
1.3. Классификация и анализ пульсаторов адаптивных доильных аппаратов.....	30
1.4. Цель и задачи исследования.....	36
2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКОГО ПУЛЬСАТОРА АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ДОЕНИЕМ В БИДОН	37
2.1 Разработка конструктивной схемы адаптивного доильного аппарата с доением в бидон с механическим пульсатором	37
2.2 Теоретическое обоснование конструктивно-режимных параметров пульсатора адаптивного доильного аппарата.....	43
Выводы	64
3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ МЕХАНИЧЕСКОГО ПУЛЬСАТОРА АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА	66
3.1 Методика исследований	66
3.2. Методика определения времени включения такта	67
3.3. Методика определения соотношения тактов пульсатора	71
3.4 Методика определения перемещения золотника по высоте в зависимости от подаваемого вакуумметрического давления под шток.	77
3.5. Методика определения потребной мощности привода золотника пульсатора	80
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕХАНИЧЕСКОГО ПУЛЬСАТОРА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА	85
4.1. Результаты исследований по определению времени включения тактов	85
4.2. Результаты исследований по определению соотношения тактов пульсатора. 87	87
4.3. Результаты исследований по определению перемещения золотника по высоте в зависимости от вакуумметрического давления под штоком.	106
4.4. Результаты исследований по определению потребной мощности привода золотника пульсатора в зависимости от конструктивных параметров пульсатора.	109
Выводы	114

5 ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПЕРЕНОСНОГО АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА	116
5.1 Условия хозяйственных испытаний	116
5.2 Методика испытаний	117
5.3 Результаты хозяйственных испытаний	118
5.4 Экономическая эффективность внедрения адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором.....	120
5.4.1 Экономическая эффективность адаптивного доильного аппарата от снижения затрат ручного труда	121
5.4.2 Предельная стоимость одного экспериментального адаптивного доильного аппарата	122
5.4.3 Экономическая эффективность адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором от полноты выдаивания коров.....	123
5.4.4 Расчет экономической эффективности разработанного доильного аппарата с механическим пульсатором	124
ВЫВОДЫ	125
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	127
Рекомендации производству	127
Перспективы дальнейшей разработки темы исследования	131
Список литературы	132
ПРИЛОЖЕНИЯ	145

ВВЕДЕНИЕ

Как следует из Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 – 2020 годы, согласно Постановлению Правительства РФ №717 от 14 июля 2012 г., предусматривается увеличить количество российских продовольственных товаров относительно общих ресурсов, в частности таких, как мясо (91,5%), зерно (99,7%), молоко (90,2%), свекловичный сахар (93,2%), картофель (98,7%), растительное масло (87,7%) [1].

В этой связи на развитие отрасли молочного животноводства, наряду с другими направлениями, следует обратить особое внимание. При этом весьма важна как технология выращивания и содержания коров, так и технологическое оборудование для производства и переработки молока. При этом доение коров – одна из важнейших операций технологического процесса. От того, насколько соответствует доильное оборудование физиологии животных, зависит молочная продуктивность и здоровье вымени коров [2, 3]. На данные параметры влияет как режим доения, так и физиология вымени животных [4, 5]. Наиболее адаптировано доение коров на доильных установках типа «Елочка», «Параллель», «Тандем» в автоматизированных доильных залах. Производством таких установок занимаются зарубежные фирмы «Импульс», «Вестфалия», «Де Лаваль», а также и отечественные предприятия. Как правило, они содержат в составе элементы автоматики, которые позволяют процесс доения сделать управляемым, в зависимости от интенсивности молокоотдачи, обеспечивая различный режим стимуляции молочных желёз [6]. При этом меняются такие важные параметры как частота пульсаций, соотношение тактов пульсатора и вакуумметрическое давление доения.

В то же время возникает необходимость доения животных в бидон или молокопровод при привязном содержании, в родильных помещениях, а также при заболеваниях коров маститом. При этом доильный аппарат должен соответствовать физиологическим особенностям вымени животных.

В настоящее время в конструкциях доильных аппаратов используются пульсаторы как отечественного, так и зарубежного производства, механического, электромагнитного, гидравлического, электромеханического, пневмомеханического, электрического, пневматического типа. Однако в КФХ и ЛПХ при доении коров в бидон, как правило поддерживается постоянное вакуумметрическое давление и используются пневмомеханические пульсаторы или пульсаторы попарного доения с гидростабилизацией, обладающие постоянным соотношением тактов и частотой пульсаций.

Поэтому целесообразна разработка пульсатора для доильного аппарата с доением в бидон, у которого в зависимости от интенсивности молокоотдачи будут изменяться частота пульсаций и соотношение тактов.

Степень разработанности темы. Разработкой адаптивного доильного оборудования для коров занимались Е.А. Андрианов, И.К. Винников, Л.П. Карташов, В.В. Кирсанов, В.Ф. Королёв, С.А. Соловьев, В.Ф. Ужик, В.М. Ульянов, Ю.А. Цой и др. Проанализировав работы авторов, можно сказать, что остается малоизученным вопрос применения адаптивного режима доения переносными доильными аппаратами при привязном содержании коров. Поэтому требуются дальнейшие исследования в данном направлении.

Цель исследований. Повышение степени выдоенности и снижение заболеваемости коров маститом путем разработки и обоснования конструктивно-режимных параметров пульсатора адаптивного доильного аппарата с доением в бидон.

Задачи исследований. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи научной работы:

- установить основные тенденции в создании пульсаторов адаптивных доильных аппаратов с доением в бидон и разработать его новую конструкцию.
- разработать математические модели, характеризующие рабочий процесс механического пульсатора адаптивного доильного аппарата с доением в бидон.
- обосновать путем экспериментальных исследований режимы и параметры работы пульсатора адаптивного доильного аппарата с доением в бидон.

- изучить влияние адаптивного доильного аппарата с новым механическим пульсатором на степень выдоенности коров и заболеваемость маститом, оценить эффективность применения.

Объект исследований – рабочий процесс пульсатора адаптивного доильного аппарата с доением в бидон.

Предмет исследований – закономерности изменения параметров работы пульсатора адаптивного доильного аппарата с доением в бидон.

Научная новизна диссертационной работы:

- совокупность теоретических и практических положений, обосновывающих направление в создании пульсаторов адаптивных доильных аппаратов с доением в бидон;
- математические модели рабочего процесса пульсатора адаптивного доильного аппарата с доением в бидон;
- результаты лабораторных исследований и хозяйственных испытаний адаптивного доильного аппарата с доением в бидон с экспериментальным пульсатором.

Теоретическая и практическая значимость. Разработан пульсатор адаптивного доильного аппарата, обеспечивающий изменение частоты пульсаций и соотношения тактов процесса доения в зависимости от интенсивности потока молока. Новизна разработки подтверждена патентами на изобретение РФ №2621318 «Доильный аппарат» и №2539957 «Пульсатор для доильных установок». Разработаны математические модели, характеризующие конструктивно-режимные параметры пульсатора адаптивного доильного аппарата, которые подтверждены экспериментальными исследованиями и хозяйственными испытаниями.

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

Методология и методы исследований. Для создания математических моделей процесса работы механического пульсатора применялись общепринятые законы теоретической механики, гидравлики, аэродинамики, математики и физики.

Целью математического моделирования было получение математических зависимостей для установления основных конструктивно-режимных параметров разработанного пульсатора доильного аппарата. Экспериментальные исследования проводили с использованием общепринятых и частных методик. Для этого применялись как современные приборы (вакуумметр марки ВП4-УУ2, мультиметр марки IЕК Universal M832, осциллограф марки С1-93, микрометрический глубиномер марки ГМЦ-100 0,01), так и специально разработанные, в том числе стенды. Для анализа результатов исследований применяли известные методы статистической обработки данных. Обработку данных проводили, используя специальное программное обеспечение.

Положения, выносимые на защиту:

- конструктивно – технологическая схема адаптивного доильного аппарата с экспериментальным пульсатором;
- математические модели `рабочего процесса пульсатора доильного аппарата;
- результаты экспериментальных исследований по обоснованию и оптимизации конструктивно – режимных параметров пульсатора адаптивного доильного аппарата;
- результаты хозяйственных испытаний разработанного адаптивного доильного аппарата с экспериментальным пульсатором.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность научных данных подтверждается удовлетворительной сходимостью теоретических и экспериментальных исследований, сравнительными испытаниями разработанного доильного аппарата, применением современных методик и средств обработки результатов экспериментов.

Разработанный нами доильный аппарат с механическим пульсатором введен в хозяйствах Белгородской области.

Материалы исследований были доложены, обсуждены и одобрены на тринадцати конференциях, в том числе международных и онлайн-конференциях: «Перспективные инновационные разработки молодых исследователей Белгородской области - развитию региона» Фонд содействия развития малых форм предприятий в

научно-технической сфере в 2014 г., «Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и IT-технологий» ФГОУ ВПО Белгородская ГСХА им. В.Я. Горина в 2014 г., «Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК» ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ в 2015 г., «Исследования молодых ученых – аграрному производству» ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ в 2015 г., «Современные технологии производства продукции АПК» ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ в 2015 г., «Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий» ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ в 2015 г., 2016 г., «Ведение молочного бизнеса» ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ в 2015 г., «Инновационные технологии и технические средства для АПК» ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ в 2016 г., «Проблемы и решения современной аграрной экономики» ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ в 2017 г., «Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн» ФГБОУ ВО «ТГТУ» в 2017 г., «Научные исследования и разработки молодых ученых для развития АПК» ФГБОУ ВО ГУЗ в 2017 г., «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее» ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ в 2019 г.

Результаты исследовательской работы получили награды на конкурсах и выставках: Победитель программы «У.М.Н.И.К.» Фонда содействия инновациям в 2014 г., Диплом II степени Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Минсельхоза России в номинации «Технические науки» ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева в 2016 г.; диплом I степени Конкурса инноваций ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ в 2016 г.; диплом и серебряная медаль Российской агропромышленной выставки «Золотая Осень», г. Москва в 2016 г.; диплом за активное участие в выставке «Проекты и разработки молодых учёных и малых инновационных предприятий Белгородской области», Департамент экономического развития Белгородской области в 2017 г..

Публикации.

По материалам диссертации опубликовано 19 статей, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК РФ – 4 публикации, а также получены патенты РФ

№2539957 и №2621318. Общий объем публикаций составил 7,02 усл. печ. л., в том числе 3,72 усл. печ. л. принадлежит лично соискателю.

Объем диссертации.

Диссертационная работа изложена на 200 стр. машинописного текста, включая список литературы из 115 наименований, содержит 14 таблиц, 73 рисунка, 11 приложений.

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Анализ исследований доения коров адаптивными доильными аппаратами

Статистика последних лет, как в целом по России, так и в нашем регионе, показывает, что повышение эффективности молочного производства – это основная задача современного агропромышленного комплекса. Одним из вариантов решения данной проблемы считают то, что необходимо конструктивно улучшать оборудование, используемое для машинного доения коров.

Машинное доение – сложный процесс. Это связано с тем, что для него приходится учитывать большой ряд факторов, определяющих интенсивность молокоотдачи. В первую очередь, необходимо принимать во внимание физиологические и рефлекторные особенности организма, а во-вторых, это правильно провести обоснование конструктивно-технических параметров доильных аппаратов.

При машинном доении коров доильный аппарат взаимодействует с организмом животного. Данный процесс повторяется 2-4 раза в день [7].

С точки зрения эффективности ручное доение лучше, но при машинном доении выше производительность, получается более чистое и доброкачественное молоко за счёт отсутствия контакта с внешней средой, так как оно сразу попадает в ёмкость для сбора. Машинное доение также облегчает труд оператора. В совокупности молоко, получаемое путем машинного доения, имеет низкую себестоимость [8].

На полноту и эффективность извлечения молока при машинном доении влияют как физиологические особенности организма животного, так и технические характеристики применяемых доильных установок и аппаратов. При изменении норм и эксплуатационных правил доильных аппаратов нарушается функция молочной железы животных [9].

Карташов Л.П. говорил, что молоко выводится из молочной железы только в процессе доения [10]. При этом происходит выделение гормона окситоцин, который затем поступает в кровь. Процесс попадания в молочную железу длится 40...50

секунд, после происходит сокращение альвеол, за счет чего сжимаются соски и молоко поступает в молочные протоки, а затем в цистерны. Гормон действует в течение 5-7 минут, после чего происходит его разрушение. В связи с этим процесс доения следует начинать сразу после того, как вымя животного будет подготовлено [11].

Так как вымя коров развито неравномерно, требуется создание доильного аппарата, обладающего высокими показателями адаптивности и пропускной способности [12].

Повышение молочной продуктивности, а также снижение заболеваемости коров маститом возможно при использовании адаптивных доильных аппаратов [13, 34].

Применяемое доильное оборудование, по словам Петухова Н.А., Петухова В.Н. и Диденко А.А., влияет на производительность труда операторов и на продуктивность коров в период лактации, поддерживаемую на определенном уровне [14].

Качество молока и продуктивность коров, по мнению Винникова И.К., зависит от множества факторов, в частности от полноты и качества выводимого молока. Биологическая система «корова-теленочек» по этим параметрам – идеальная система для выведения молока. Однако у данной системы есть недостаток: телёнок быстро насыщается и в вымени остаётся молоко. Следовательно, при данной системе продуктивность коров не растёт. При ручном доении, напротив, наблюдается рост продуктивности животных, но возникает ограничение в отношении полноты извлечения молока, так как руки доярки быстро устают. Доильный аппарат, в свою очередь, обеспечивает полноту выдаивания, но из-за передержек в заключительной фазе доения возникает «сухое доение». Это вызывает болевые ощущения у коров, а также ряд заболеваний вымени, что ведет за собой преждевременный запуск коров, снижение продуктивности и ухудшение качества молока [15].

Известно, что одним из значимых факторов, влияющих на повышение молочной продуктивности коров, считается применение для доения животных адаптив-

ных доильных установок, при этом они должны обладать специальными конструктивно-техническими параметрами, подобранными под каждую группу и породу животных, для того чтобы машинное доение было на высоком уровне [14, 35, 101].

Как правило, биотехническая система состоит из трех элементов: человек, техническое устройство и животное [6]. Данная система многоуровневая и самонастраивающаяся [7].

Очень важно соблюдать режим доения для стимуляции процесса лактации. На сегодняшний день существует мнение, что разработанные доильные аппараты и за рубежом, и в нашей стране не обеспечивают достаточную стимуляцию молокоотдачи. У многих моделей доильных аппаратов низкая интенсивность доения, а также при их использовании есть риск заболеваемости животных маститом [16,36].

Современный доильный аппарат, как считает Барышников И.А., должен стимулировать рефлекс молокоотдачи, в полной мере выдаивать и не наносить вред вымени коровы. При этом параметры и режимы аппарата должны соответствовать физиологическим параметрам животных относительно машинного доения [4].

По мнению ряда авторов, (Петухов Н.А., Петухов В.Н., Диденко А.А.), процесс стимулирования молокоотдачи должен проходить вместе с тактом отдыха, что обеспечивает нормальную работу доильного аппарата. При этом процесс извлечения молока из вымени и его перемещение из коллектора должны проходить параллельно и независимо друг от друга [17].

Карташов Л.П. и Куранов Ю.Ф. считают, что существующие доильные аппараты работают по принципу высасывания молока из вымени и сжатия соска для того, чтобы восстановить его кровообращение. Доильный аппарат, параллельно с извлечением молока, должен стимулировать молокоотдачу, не препятствуя истечению молока [8].

Среди факторов, влияющих на эффективность процесса машинного доения, такие, как селекционно-генетические параметры вымени и, следовательно, молокоотдачи, технологические параметры процесса доения, а также технические параметры доильных аппаратов [9, 38].

Усовершенствование процесса машинного доения коров - один из способов повышения рентабельности молочного животноводства. При разработке доильных аппаратов нужно учитывать инженерные, ветеринарные, зоотехнические и физиологические параметры [13, 36].

Следует помнить и о случайных факторах, возникающих в процессе машинного доения. Их влияние не менее значимо, например, при плохом заземлении электрооборудования возникают утечки тока через каркас доильного оборудования, вакуумную линию, водопровод, которые могут снизить молочную продуктивность коров до 30% вследствие воздействия на животных перед началом доения переменного тока [10, 37].

Карташов Л.П. и др. считают, что для полного выдаивания коровы и для того, чтобы препятствовать заболеванию вымени, нужно точно следовать технологическим операциям машинного доения, которые обязательны при работе с любым доильным оборудованием [18].

Технические характеристики доильных аппаратов значительно влияют на процесс машинного доения животных. Предел их изменения весьма широк при любом нарушении технического состояния [19]. Если эти нарушения возникают в процессе доения, то существенно меняется скорость молокоотдачи и, следовательно, увеличивается время доения [20].

С увеличением объемов производства молока повысились зоотехнические и технологические требования во время доения для повышения продуктивности коров. Коровы с высокими показателями удоев более подвержены заболеваниям вымени при нарушении технологического процесса доения. Из-за этого происходит снижение продуктивности, впоследствии выбраковка животных, что ведет за собой экономические потери.

Множеством исследований, проведенных отечественными и зарубежными учёными, установлено, что для снижения заболеваемости и повышения продуктивности коров на 3-5% нужно систематически диагностировать и своевременно устранять дефекты технического состояния доильного оборудования [21, 39].

Для разрабатываемых доильных аппаратов подбираются такие комбинации рабочих параметров, при сочетании которых минимален ущерб физиологии вымени животного, при этом обеспечивается максимальное извлечение молока с минимальным уровнем ручного труда.

Карташов Л.П. считает, что из-за колебаний вакуума под соском сильно снижается продуктивность машинного доения. К причинам этого можно отнести низкую производительность вакуумной линии, в частности насосов, малое сечение ее трубопроводов, синхронную работу пульсаторов.

Однако, для обеспечения постоянного рефлекса молокоотдачи нужен стабильный рабочий вакуум [22, 40].

Извлечение молока из вымени происходит за счет разности давлений в подсосковой камере и межстенной камере доильного стакана и чем больше перепад, тем выше молокоотдача. Но из-за высокого давления в подсосковой камере может возникнуть травма тканей вымени, что в свою очередь повышает вероятность заболевания маститом. В своих публикациях Карташов Л.П. пишет, что наиболее оптимально для доильных аппаратов поддерживать значение вакуумметрического давления в диапазоне 45-53 кПа [23, 41].

В книге Карташова Л.П. «Машинное доение коров» есть информация, что некоторые доильные аппараты в полной мере копируют акт сосания (эффект ручного доения). Но согласно практическим данным механически копировать акт сосания (или ручное доение) недостаточно, чтобы осуществлять эффективное машинное доение [7].

По данным многих исследований выявлено, что заболеваемость маститом ниже при использовании доильных аппаратов, в которых на протяжении процесса доения поддерживается пониженное вакуумметрическое давление [24, 42].

Основные физиологические требования машинного доения для доильных аппаратов следующие:

- 1) стимулирование рефлекса молокоотдачи при минимальных затратах ручного труда;
- 2) полноценное извлечение молока при каждом доении;

3) автоматическое изменение параметров и режимов доения в зависимости от изменения значений молокоотдачи;

4) безопасность относительно физиологии вымени.

Доильные аппараты индивидуального доения на сегодняшний день не в полной мере отвечают физиологии вымени. При неполном выдаивании молока, происходит снижение молочной продуктивности животных, частая смена групп лактирующих коров, и все это в результате несовершенства машинного оборудования и их низкой эффективности [25].

В связи с этим, физиологичность – основной показатель для выбора доильного оборудования, способного поддерживать режим доения, при котором будет обеспечено полное выдаивание коровы и, при этом, исключается негативное воздействие на молочную железу. Все это с учетом того, что доли вымени коров развиты неравномерно [26, 43, 44].

Главные задачи при создании оптимальной и более совершенной конструкции доильного аппарата следующие:

а) исправление недостатков конструкции, тормозящих рефлекс молокоотдачи;

б) получение более полного взаимодействия исполнительного механизма и вымени, которое бы обеспечивало возбуждение рефлекса молокоотдачи при уменьшении затрат ручного труда;

в) достижение упрощения конструкции, увеличение надежности ее работы и комфортабельности в эксплуатации [27].

Периодически возникает потеря «стереотипов доения» при некачественной сборке доильных стаканов, вне зависимости от удачной регулировки и настройки доильного аппарата.

Сосковая резина – это основной рабочий орган доильного аппарата, который взаимодействует с выменем животного. Необходимо, чтобы применяемая сосковая резина соответствовала одной группе на всех доильных аппаратах, которые закреплены за оператором предприятия [28].

При надевании доильных стаканов на соски наблюдается наибольший показатель дестабилизации вакуумного режима. В связи с этим, необходимо на финальном этапе надевания каждого доильного стакана подавать разрежение в подсосковые камеры [14, 46].

Конструкции современных доильных аппаратов как в России, так и за рубежом лучше всего могут работать при давлении 42...53 кПа, но некоторые могут и при 33,3...91,3 кПа. Чтобы осуществить эффективный процесс доения, следует обеспечить постоянное рабочее разрежение. Иначе, при нестабильном разрежении происходит нарушение стереотипа доения, снижается рефлекс молокоотдачи, увеличиваются затраты времени на доение животных, уменьшается продуктивность коров [19].

Воспаление вымени – это бич современных молочных комплексов. Причины его возникновения кроются в первую очередь в неправильном использовании доильного оборудования, в частности при жестком давлении на соски и отсутствии воздуха под ними, что приводит к образованию трещин, а в последствии к заражению, а во-вторых – некачественная его регулировка, не точный подбор под конкретное дойное стадо, что в итоге приводит к дополнительным травмам у животных [4].

По мнению С.И. Щукина и И.Е. Петрова, основной отрицательный параметр, который упускают производители оборудования для доения – возможность обратного оттока молока, что также приводит к возникновению мастита соска [29].

Исследованиями И.И. Балкового, было установлено, что увеличение заболеваемости маститом коров до 32 % животных, увеличения раздражительности у молочной железы на 23...30 %, а также уменьшение выхода молока на 23% и уменьшение продолжительности лактационного периода на 25% происходят при колебаниях рабочего разрежения в вакуумной системе. У коров, которые болеют маститом, наблюдается снижение молочной продуктивности на 10...18%. Кроме того, происходит снижение средней продолжительности продуктивности коров до 3...4 лет. При этом происходит выбраковка значительного количества животных (31,8 %) в результате повреждения одной и более четвертей вымени [30, 95].

Уменьшение молочной продуктивности отмечено у более 90 % переболевших маститом коров. Объем молока в больных долях вымени снижается на 42 %, а при поражении только одной доли, потери составляют 10...15% молока [30, 95].

Для того, чтобы обеспечить адаптивное управление доением требуется для каждого соска рассчитать основные его динамические характеристики – константы времени молоковыведения и молокоотдачи. А также необходимо, уточнить коэффициенты передаточных функций, для внесения изменений в режиме управления, для быстрого, безопасного и наиболее полного молоковыведения [24, 95].

Для получения высоких удоев и избегания нарушений при управлении машинным доением, следует знать систему машин и оборудования, а также биологические закономерности образования молока и молокоотдачи у животных [26].

Основное значение для селекционного отбора высокопродуктивного молочного стада является молочная продуктивность животных, в частности интенсивность отдачи молока при доении. Все это должно учитываться при разработке новых конструкций доильных установок.

В результате исследований Коржа Г.П., было установлено, что максимальные значения интенсивности молокоотдачи отмечены у коров красной пестрой степной породы, и изменяются в пределах 1,1...3,1 л/мин [22].

Наполненность вымени молоком напрямую связана с интенсивностью молокоотдачи и полнотой выдаивания. Не рекомендовано доить коров при наполнении вымени менее чем на 40 %. Объем удоя, интенсивность молокоотдачи и эффективность ручного труда в большей степени зависят от процесса подготовки вымени к доению, который должен отвечать требованиям физиологии животных [11, 48].

Главная задача любого оператора, чтобы происходило полное выдаивание молока из вымени. Так как, не выдоенный остаток молока в вымени снижает эффективность последующего молокообразования. Таким образом, происходит постепенное снижение удоев, приводящее к ранней выбраковке коровы. А также, увеличивается возможность заболеваний вымени, которые приводят к значительному снижению молочной продуктивности.

В настоящее время, необходимо тщательно подходить к подготовке вымени перед дойкой, так как применение вакуума для извлечения молока из вымени доставляет болевые реакции, происходит нарушения кровообращения в сосках в результате наползания доильных стаканов на вымя, и в результате – снижению молочной продуктивности [4, 50].

Но при этом, современное оборудование, предназначенное для стимулирования интенсивности молока несовершенно и неудобно в использовании. Для более полного опустошения вымени коровы необходимо проводить механическую стимуляцию молокоотдачи подготовительными устройствами. В результате этого продолжительность машинного доения снижается на 13,3%, но, в свою очередь, производительность процесса доения, увеличивается на 10,4 %. Лучше всего проводить подготовку вымени к доению механически: происходит увеличение производительности машинного доения и продуктивности коров [7].

Таким образом, основными операциями при подготовке к доению будут являться мытье и массаж вымени, стимуляция перед доением, а их совместная продолжительность по времени должна быть не менее 0,75 мин в расчете на корову.

Однако, основные показатели, которые характеризуют работу доильных аппаратов, – это частота пульсаций, соотношение тактов. За значение этих показателей отвечает пульсатор. При этом отмечается контроль и регулировка частоты пульсаций у большого количества существующих доильных аппаратов, а также рекомендуемое значение соотношения тактов (сосание, сжатие) 60:40 [31].

Пульсатор – это «сердце» доильного аппарата. Для организации надлежащего качества доения, для обеспечения комфортных условий для животного, чтобы исключить вред здоровью животных, данная часть доильного аппарата обязана соответствовать требованиям, предъявляемым заводом, изготавливающим это оборудование [32, 47].

Пульсатор отвечает за регулировку работы доильного аппарата и обеспечивает нормальный режим работы. Это сложная пневматическая система, которая включает в себя камеры, в которых изменяется объем и давление, трубки дроссели,

которые их соединяют. Анализ режима его работы состоит из определения продолжительности наполнения и освобождения камеры управления воздухом.

Исследования конструкций, используемых в молочных хозяйствах, позволили сделать вывод о том, что более 80 % отказов приходится на неисправную работу пульсаторов, что в свою очередь происходит из-за конструкционно-технологических неисправностей [32, 33, 45, 49].

Для того чтобы пульсаторы работали в нормальном режиме, необходимо постоянно контролировать их техническое состояние с применением современных диагностических приборов.

На данный момент наиболее приемлемыми считаются пульсаторы попарного доения с гидромеханическим либо электронным управлением работающие совместно с датчиками потока молока.

Какие пульсаторы лучше? С регулируемыми или не регулируемыми параметрами? На данный вопрос однозначно ответить сложно. Но исходя из факторов, влияющих на стабильность и качество режима доения, выбор в пользу пульсаторов с регулируемыми параметрами.

В процессе доения параметры частоты пульсаций и соотношения тактов должны меняться в зависимости от интенсивности потока молока, а в конце доения должен обеспечиваться щадящий режим извлечения молока.

Таким образом, разработка пульсатора, надежного с технологической и с конструкционной точки зрения, является актуальной задачей на данный момент.

В настоящее время существует возможности для разработки и создания идеального доильного аппарата [3]. Для этого, требуется систематизировать уже накопленные знания, определить направление для создания новых конструкций доильных аппаратов, которые будут работать в управляемом режиме с учетом физиологических особенностей животных.

1.2. Классификация и анализ адаптивных доильных аппаратов

На основе комплексного анализа существующих технических решений адаптивных доильных аппаратов создана их классификация (рисунок 1.1), которая позволила выделить характерные особенности и направления разработки подобных доильных аппаратов.

Адаптивные доильные аппараты можно классифицировать:

- по типу пульсатора;
- по типу вакуума;
- по способу управления;
- по типу доильных стаканов;
- по принципу действия;
- по типу датчика потока молока;
- по режиму работы.

Чтобы сравнить и выбрать наилучшую конструкцию доильного аппарата, рассмотрим некоторые из них.

Анализируя классификацию (рисунок 1.1.), можно сделать вывод, что в настоящее время существует множество устройств для доения с датчиками потока молока, пульсаторами и доильными стаканами различной конструкции. Датчики потока молока выполнены в виде различного рода устройств, которые регулируют объем выдаваемого молока и передают информацию для исполнительного механизма при помощи специальных команд. Пульсаторы также различной конструкции, с различным диапазоном регулировки соотношения тактов и частоты пульсаций как в ручном, так и в автоматическом режиме.

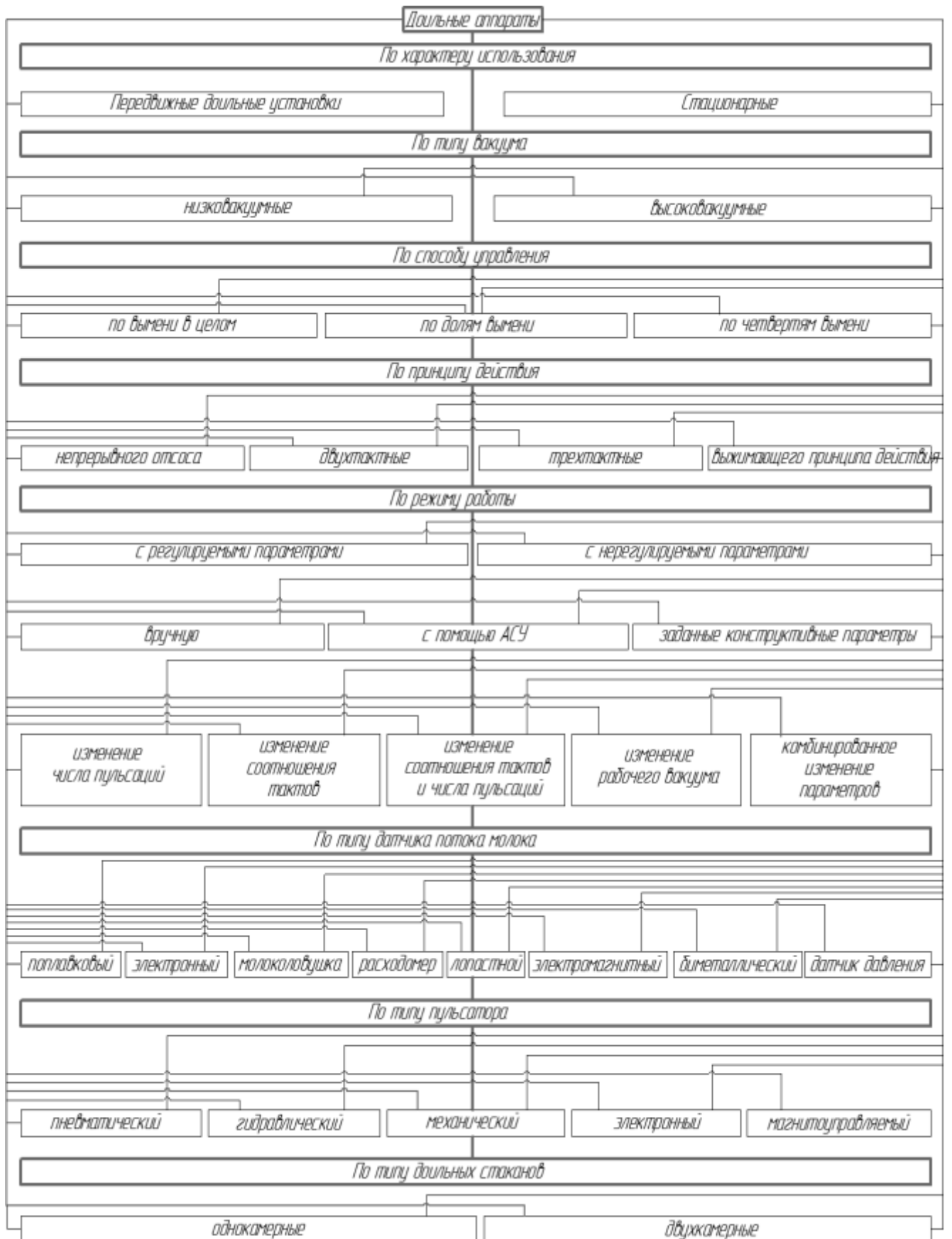


Рисунок 1.1 - Классификация адаптивных доильных аппаратов

Учеными Белгородской ГСХА разработан «доильный аппарат, направленный на обеспечение адаптивного режима доения и повышение степени выдоенности коров, который состоит из двухполупериодного пульсатора, доильных стаканов, которые оборудованы регуляторами вакуума и массажными элементами, патрубков, коллектора с камерами и распределителем. Регуляторы вакуума состоят из рабочей камеры и камеры управления, которые разделены гибкой мембраной. Они соединяются с распределителем коллектора и подсосковой камерой доильных стаканов посредством патрубков. Камера управления содержит нормально закрытое с помощью пружиненного клапана отверстие, которое сообщает ее с атмосферой. При этом клапан может взаимодействовать с жестким центром мембраны» [51].

«Массажер с помощью тяги соединен с гибкой мембраной, которая находится между рабочей камерой регулятора вакуума и подсосковой камерой доильного стакана. В каждой камере коллектора расположены датчики потоков молока, содержащие в своем составе молоколовушку с поплавком. Нижняя часть поплавка содержит в своем составе нижнюю иглу. Верхняя часть каждой камеры коллектора состоит из рабочих камер и камер управления, которые разделены гибкой мембраной, при этом она состоит из цилиндрических выступов, с помощью которых можно отделить полость молокосборной и рабочей камер друг от друга. с помощью верхней иглы поплавок возможно образовать калиброванную щель в отверстии гнезда при нахождении в нижней позиции» [51]. Также, она способна входить в калиброванное отверстие, которое выполнено по одной оси с ней, для сообщения атмосферы и управляющей камеры. В структуру коллектора входит распределитель, который расположен сверху, рабочая камера вакуумных регуляторов и 2-х полупериодный пульсатор, которые соединены между собой патрубками (Приложение В – рис.1) [51].

Доильный аппарат, изобретенный Г.Н. Воробьевым, состоит из доильных стаканов и пульсатора, а также бегунка, который выполнен в виде колеса, со сквозными отверстиями, которые расположены на одной половине окружности его обода, и несквозным пазом на второй половине обода. Ребра жесткости способствуют фиксации бегунка на оси, закрепленной в свою очередь на валу роторного

насоса. Выходные отверстия камер пульсатора и роторного насоса соединены вместе. Соединительный канал объединяет впускную и выпускную камеры. При вращении бегунка поочередно происходит открытие отверстия для прохождения молока, то закрытие, что приводит к перекрытию вакуумметрического давления в молокопроводе. (Приложение В – рис. 2). К недостаткам данной конструкции можно отнести более длительное время доения по сравнению с аналогичными конструкциями доильных аппаратов [52].

Головань В.Т. и др. разработали конструкцию доильного аппарата, основное отличие которого наличие двух пульсаторов – основного и дополнительного. В камере управления дополнительного пульсатора расположена дополнительная полость, которая сообщается с помощью упругой резиновой перегородки. Она располагается по оси с мембраной и клапаном. В корпусе полости находится регулятор объема, который выполнен как поршень с запорным штуцером. Чтобы изменить объем полости, в нее запускают жидкость. Для оптимизации работы пульсатора в заданном режиме, изменяют объем дополнительной полости для соответствующего изменения объема управляющей камеры. Максимальное отклонение создают с помощью выкручивания и вкручивания поршня наружу или внутрь корпуса. Поддержание стабильности пульсации сосковой трубки, происходит за счет колебательных действий резиновой упругой перегородки и мембраны, для более быстрого рассасывания отежности сосков и закрепления реакции первотелок на машинное доение. (Приложение В – рис. 3). К недостаткам данного доильного аппарата можно отнести повышенный износ деталей, а из-за сложности конструкции возникают трудности с техническим обслуживанием [53].

Цель изобретения группы ученых во главе с Тадааки Танака - обеспечение полного выдаивания за счет автоматического регулирования процессов доения для избежания холостой работы доильного аппарата, для избежания недодоя доильными стаканами. Конструкция аппарата состоит из доильных стаканов, источника вакуума, молокопроводов, молокосборника, приспособления для переключения давления воздуха. Молокопровод содержит уловитель. В стенке молокопро-

вода выше уловителя находятся электроды, по ходу молока, имея выход во внутреннюю полость и далее наружу. Также один электрод соединяет генератор синусоидальных колебаний с усилителем. Приспособления для переключения давления воздуха с помощью другого электрода соединены с управляющим устройством. В управляющем устройстве содержится 4 управляющих канала – на каждый сосок отдельно. В каждом канале расположены друг за другом датчика интенсивности молокоотдачи, счетная и распределительные схемы. Новизна заключается в том, что в конструкцию управляющего устройства вводят счетную схему. Что способствует возвращению схемы для подсчета времени отсутствия молока в изначальное положение при возобновлении доения. (Приложение В – рис. 4) [54]. Представленные выше доильные аппараты обеспечивают адаптивный режим доения коров.

Представляет интерес доильный аппарат А.М. Андрианова и др., который состоит из «доильных стаканов, коллектора с молочной камерой, которая разделена на 4 части, пульсатора с рабочей камерой на каждую четверть вымени, измерителя, с установленными на перегородке неподвижно молоколовушками, которые выполнены в виде цилиндров, содержащими поршни со штоками, кольцевые магниты и сливные отверстия» [55]. Упоры ограничивают передвижение сливного желоба. также они тягами связаны с поплавками. При этом выбор в какой цилиндр будет сливаться молоко зависит от положения желоба. При достижении определенного объема молока происходит смыкание поршня с кольцевым магнитом, что приводит к сливанию молока в полость, а в дальнейшем – по молокопроводу в молочную камеру (Приложение В – рис. 5) [55].

Ещё одна из конструкций доильного аппарата, предложенная Андриановым Е.А. и др., состоит из двух пульсаторов, один из которых пульсирующий, а второй стимулирующий, емкости сбора молока, доильных стаканов двухкамерного типа, управляющего блока и коллектора. Основная особенность пульсаторов – наличие камер с постоянным и переменным давлением вакуума и камер абсолютного давления. В управляющем блоке расположен датчик потока молока, который содержит отверстие, регулируемое дросселем, стопор, управляющую камеру, сообщающую-

юся с источником вакуума и воздухом за счет специального устройства, осуществляющего регулировку открытия и закрытия отверстий, которое установлено на валу с датчиком потока молока. За счет дополнительного соединения в виде канала происходит сообщение камеры давления вакуума пульсатора со стимулирующим режимом и камеры с атмосферным давлением пульсатора с пульсирующим режимом. На корпусе блока пульсаторов расположен дополнительный канал, который соединяет камеру переменного вакуумметрического давления стимулирующего пульсатора и камеру атмосферного давления пульсирующего пульсатора (Приложение В – рис. 6) Данные аппараты направлены на повышение степени выдоенности коров. [56].

Такие ученые, как Шулятьев В.Н., Сурков С.В. предлагают доильный аппарат, который в свою очередь состоит из пульсирующего коллектора, атмосферной камеры, доильных стаканов, запирающего устройства. Пульсирующий коллектор включает в свой состав устройство распределения вакуума, пульсатор и коллектор. В запирающем устройстве установлен фильтр, а камера давления вакуума имеет соединение с данным фильтром. Шланги соединяются хомутами. Жестким способом соединены рычаг и гильза доильного стакана. В качестве зажимов – валики из резины. Фиксация рычага в положении сжатия осуществляется за счет защелки, расположенной сверху основания (Приложение В – рис. 7). [57].

Доильный аппарат В.Ф. Некрашевича и др. устроен из «доильных стаканов, основного и дополнительного коллекторов, пульсаторов, соединенных поочередно, молокоборника, который содержит молочную приставку и полый поршень, который посредством воздуховода соединен с камерой атмосферного давления в дополнительном пульсаторе. С помощью тяги поворачивающийся ковш соединен с поршнем, в полости которого существуют два радикальных отверстия, которые сообщаются с атмосферой и полостью молокоборника» [58]. Стимуляция потока молока в процессе доения происходит за счет совместной работы основного и дополнительного пульсаторов, что способствует микроколебаниям соскового чулка. Основной процесс доения происходит в 2-тактном режиме, при уменьшении ин-

тенсивности потока молока, начинается совместная работа основного и дополнительного пульсаторов, как при начале доения (Приложение В – рис. 8). Данная конструкция доильного аппарата также направлена на повышение степени выдоенности коров, однако из-за сложности конструкции могут возникнуть проблемы с техническим обслуживанием [58].

Доильный аппарат, разработанный Г.К. Гочмурадовым состоит из камеры со сжатым воздухом, коллектора в виде трубок и пульсатора, осуществляющего попеременную подачу и сброс сжатого воздуха из пространства межстенной камеры. Межстенные камеры представляют собой сосковые резины, которые расположены в полостях доильных стаканов. Расположение нижнего обвода межстенной камеры и низа доильного стакана находится выше конечной части соска вымени коровы. Соединение полостей межстенных камер доильного стакана происходит с помощью околососкового трубчатого овального коллектора. В свою очередь, он соединяется с упругим опорным пневмоколлектором крепежного приспособления с помощью радиальных гибких трубок. Он в свою очередь жестко фиксируется на верхней части вымени коровы. Источник сжатого воздуха с помощью управляемого реле времени нормально закрытых и открытых пневмоклапанов соединяется с опорным коллектором. Межстенные камеры состоят из эластичной перегородки, в которой выполнено отверстие калибровки. Соотношение объема образованной верхней и нижней частей камеры находится в пределах 1:3 (Приложение В – рис. 9) [59].

Доильный аппарат, разработанный Ульяновым В.М., включает в себя следующие элементы конструкции: камеру управления, воздушную камеру, камеры постоянного и переменного вакуума в составе пульсатора, доильные стаканы двухкамерного типа, коллектор и соединительные шланги. Камера, через которую проходит молоко, оснащена калиброванным отверстием, отделена от камеры с вакуумом мембраной. Камеры пульсатора и коллектора, в которых находится вакуум, соединены. Молочная камера с калиброванным отверстием и вакуумная находятся в одном корпусе коллектора и разделены мембраной. Управляющая камера связана с плунжером, управляющим ей. Установлены основная и дополнительная мембраны.

Они соединены штоком с отверстием. При перемещении штока осуществляется сообщение камеры с вакуумметрическим давлением и нижней камеры коллектора. (Приложение В – рис. 10) [60].

Доильный аппарат Н.Н. Белянчикова и др. имеет совмещенный пульсоколлектор, в котором предусмотрено наличие жесткой или эластичной мембраны разделяющей коллекторную и пульсаторную части. С доильной емкостью или молокопроводом пульсоколлектор соединен вакуум-молочным шлангом. Аппарат работает в переменном режиме, ориентируясь на скорость молокоотдачи. В режиме «холостого» доения работа соотносится с 3-х тактным, щадящим режимом. При увеличении интенсивности потока молока продолжительность времени, потраченного на такт сосания также увеличивается, при этом в конце плавно переходит на такт массажа (сжатия). При снижении интенсивности потока молока обеспечивается автоматическая регулировка режима работы аппарата, более близкая по механизму к 3-х тактному режиму доения. Таким образом, конструкция данного аппарата позволяет работать в режиме нормального вакуума и режиме низкого вакуума, что также направлено на повышение степени выдоенности коров [61].

Винников И.К. и др. разработал конструкцию доильного аппарата с двумя режимами работы. Его доильный аппарат включает следующие элементы и узлы конструкции: вакуумные шланги, штуцеры, коллектор, молочные трубки, пульсатор, доильные стаканы, устройство управления вакуумметрическим давлением. «В пульсатор входят: коллектор, камера распределения, камера управления. Корпус, камера вакуумметрического давления, камера атмосферного давления, плунжер, логический элемент «ИЛИ» - составляющие переключателя режимов доения» [62]. В камере управления коллектора установлен еще один логический элемент «ИЛИ». В зависимости от положения плунжера происходит попеременное сообщение переключателя и камеры управления (Приложение В – рис. 11). Из-за сложности конструкции возникают проблемы с техническим обслуживанием доильного аппарата [62].

Конструкция доильного аппарата Гайфутдинова М.Ф. состоит из двух поршневых пар, одного или нескольких электромагнитов, которые расположены последовательно. При помощи верхнего цилиндра и поршня происходит выдавливание молока из сосков за счет перемещения воздуха в пространство межстенной камеры с последующим его отсосом. Когда поршень движется возвратно-поступательно, отмечается отсос молока из сосков при помощи подсосковой камеры с возможностью поддержания в ней разреженного давления, которое обеспечивает присасывание доильных стаканов к вымени животного (Приложение В – рис. 12) [63].

Еще одна конструкция автономного компактного доильного аппарата Гайфутдинова М.Ф. включает в себя: баллон со сжатым воздухом, силовое устройство, ручной поршневой насос, пульсатор. Поршневые пары приводятся в действие поршнем пульсатора с помощью штока и рычагов, все это происходит для такта сжатия и такта сосания. Из цилиндра пульсатора периодически выходит сжатый воздух. Данный процесс автоматизирован за счет крана, в основе которого сердечник с г-образным каналом. К положительным сторонам конструкции можно отнести малый баллон со сжатым воздухом и небольшой расход (Приложение В – рис. 13). [64].

Доильный аппарат Ульянова В.М. состоит из «доильных стаканов, содержащих две камеры, молочных и вакуумных шлангов, коллектора, пульсатора, а также молочной камеры с приставкой и термостатического сильфона исполняющего механизма. Конструкция пульсатора состоит из камер постоянного и переменного вакуумметрических давлений, камеры постоянного атмосферного давления и камеры управления. Пульсатор соединен аксиально с приставкой, и размещается сверху нее с целью образования общей поперечной перегородки, которая является основой для камеры управления пульсатора» [65]. Центральное отверстие с вертикальным штоком расположено на поперечной перегородке. Сверху штока находится радиальная выемка с профильным пазом, которые с помощью дополнительного клапана способны перемещаться по оси. Расположение исполняющего механизма и клапана с пружиной находится сверху поперечной перегородки. Присоска выступает в роли исполняющего механизма. Она закрепляется над дополнительным клапаном

штока, который снизу закрепляется при помощи термостатического сильфона молочной камеры приставки. В штоке находится канал, посредством которого происходит сообщение между присоской и управляющей камерой пульсатора с камерой для молока приставки (Приложение В – рис. 14) Конструкция доильного аппарата направлена на обеспечение адаптивного режима доения и повышение степени выдоенности коров [65].

В конструкцию доильного аппарата, разработанного Пронинским А.В. и Кузнецовым Д.Ю., входят пульсоколлектор, доильные стаканы. Особенность пульсоколлектора в наличии камер с постоянным и переменным вакуумметрическим давлением, разделенных между собой при помощи клапанов. Пульсоколлектор состоит из двух частей: пульсатора и коллектора. Они соединены между собой за счет шлангов. Также на коллекторе установлен вибратор. В основе конструкции вибратора такая часть как поршень, способный перемещаться в вертикальной плоскости. Данный элемент конструкции делит вибратор на две части: камеру вакуумметрического давления и камеру атмосферного давления. Данное устройство доильного аппарата позволяет снизить фактор наползания доильных стаканов, стимулировать поток молока. Сама конструкция удобна и проста в использовании (Приложение В – рис. 15) [66].

Конструкции доильных аппаратов, представленные в анализе, в основном направлены на обеспечение адаптивного режима доения, повышение степени выдоенности коров и снижение заболеваемости коров маститом. В связи с этим можно сделать вывод, что исследования в данной области актуальны.

1.3. Классификация и анализ пульсаторов адаптивных доильных аппаратов

Анализируя существующие технические решения в отношении пульсаторов доильных аппаратов, можно проследить общие черты и направления в их создании. Общие направления представлены в виде классификации (рисунок 1.2)

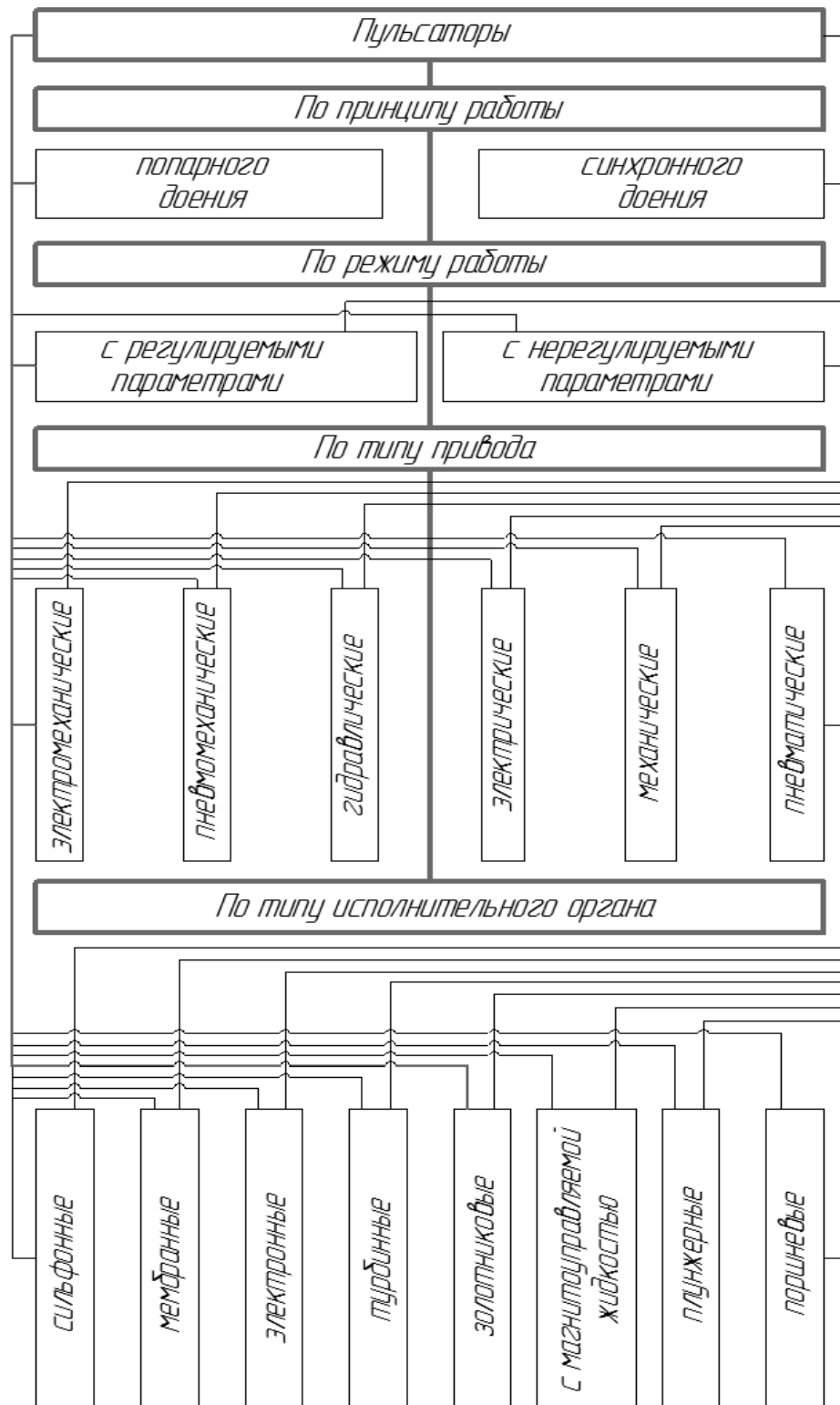


Рисунок 1.2 - Классификация пульсаторов доильных аппаратов

Пульсаторы можно классифицировать:

- по принципу работы
- по режиму работы
- по типу привода
- по типу исполнительного органа

Из данной классификации, можно сделать вывод, что в настоящее время существует целый ряд различных конструкций пульсаторов.

Конструкция электропульсатора, работающего в противофазе, предложенного Ставропольским государственным аграрным университетом (автор Г.В. Никитенко и др.), направлена на стабилизацию в «подсосковой и межстенной камерах доильных стаканов разряженного состояния атмосферы при одновременном снижении механической нагрузки на вымя животного. Конструкция электропульсатора попарного доения основанная на линейном электродвигателе, включает в себя корпус, патрубки постоянного и переменного вакуума, атмосферный канал, конусный клапан, вал, которые при помощи якоря электродвигателя, устроена из двух пульсаторов: верхнего и нижнего, в каждом из которых содержатся атмосферные каналы с фильтрами и перегородкой с отверстием, которая служит разделителем между камерами постоянного и переменного вакуумов, конусные клапана, которые работают в противофазе на разных концах вала, для поочередного открытия-закрытия атмосферного канала и отверстия в перегородке каждого пульсатора» [67]. К недостаткам данного пульсатора можно отнести повышенный износ деталей, а из-за сложности конструкции возникают трудности с техническим обслуживанием (Приложение В – рис. 16).

Еще одна конструкция электропульсатора доильного аппарата, предложенная Г.В. Никитенко, И.В. Капустиным и В.А. Гринченко, состоит из корпуса, соединенного с линейным двигателем, при помощи патрубка постоянного вакуума соединяется с вакуумным проводом, а также с патрубком переменного вакуума, который в свою очередь прикрепляется к межстенным камерам доильного стакана, и атмосферному каналу с фильтром. Сборный якорь представляет собой шток, расположенный на пружинах и соединенный с внутрикорпусным клапаном. Он расположен среди 2 магнитных проводов П-образной формы с намагниченными катушками, которые с помощью сальника подключаются к управляющей системе (Приложение В – рис. 17) [68].

Интересное техническое решение представлено в конструкции пульсоколлектора, разработанного Дорофеевым С.В., основной частью которого является

корпус, состоящий из молокоприемных камер и молокоборной камеры. Пульсоколлектор и молокоборные камеры содержат перепускное отверстие с клапаном и отверстие слива, которое расположено внизу. Молокоприемные камеры обладают перепускным отверстием, которое расположено сбоку, а у сливного отверстия есть клапан для перекрытия. (Приложение В – рис. 18) [69].

Еще одна модель Дорофеева С.В. и др. относится к сельскому хозяйству в частности к конструкциям пульсоколлекторов доильных аппаратов. Основные задачи данной модели заключаются в том, что происходит улучшение режима доения и повышение надежности в эксплуатации. Это достигается при помощи того, что корпус пульсоколлектора вместе с патрубками состоит из камер постоянного и переменного вакуума, а также камеры управления, крышки с отверстием, подпружиненного полого штока и клапана, причем расположение клапана находится сверху крышки, а верхний конец штока проходит через отверстие крышки, также на крышке расположен поршень, установленный вместе со штоком, четырех поплавковых камер со сливными и перепускными отверстиями и поплавком, сбоку которого наблюдаются канавки. Поплавковые камеры на поверхности сбоку имеют перепускные отверстия, которые соотносятся с отверстиями патрубков. Также в корпусе есть перегородка для перекрытия поплавковых камер. Указанные пульсоколлекторы сложны по конструкции и в процессе доения возможно загрязнение перепускных отверстий (Приложение В – рис. 19) [70].

Полезная модель пневматического пульсатора, предложенная А.Н. Козловым и Г.М. Мавляновым из Челябинской ГАА, относится к области машинного доения сельскохозяйственных животных, конкретно к устройствам для преобразования постоянного разрежения в переменное в доильных аппаратах. Данная модель состоит из корпуса и камер постоянного и переменного разрежения, которые разделены при помощи мембранно-клапанного механизма. Соединение камер переменного разрежения происходит при помощи дроссельного устройства, выполненного как вертикальная полая трубка, сечение которой перекрывает стержень. Вертикальное полое дроссельное устройство на своей внутренней поверхности содержит шлицевые вырезы, выполненные насквозь и продольно, которые располагаются

непрерывно в поперечном сечении. Форма данных вырезов может быть треугольной или в виде полусферы (Приложение В – рис. 20) [71].

Полезная модель пульсатора А.И. Склярова относится к отрасли животноводства, в частности к процессам машинного доения и используется при разработке пульсатора доильного аппарата, которые работают в 2-х тактном режиме. «Конструкция пульсатора доильного аппарата состоит из цилиндрического корпуса, клапана, который выполнен как поршень с полыми цилиндрическими штоками, которые устанавливаются в центральном отверстии торцов корпуса, и в них дополнительно расположены входные и выходные калиброванные отверстия с целью передачи атмосферного воздуха в полость корпуса. Положение отверстия постоянного вакуума отмечено на боковой поверхности корпуса, оно смещено по высоте вниз от положения отверстия переменного вакуума» [72]. При размещении штоков в нижней позиции, происходит смещение поршня вниз относительно отверстия постоянного вакуума, что приводит к осуществлению такта сосания, а в верхней позиции наблюдается смещение вверх относительно отверстия постоянного вакуума, что приводит к такту сжатия (Приложение В – рис. 21) [72].

Пульсатор Л.В. Грицаенко «состоит из корпуса, крышки и подставки, соединенных между собой. В конструкции пульсатора есть камеры постоянного вакуума и постоянного атмосферного давления, рабочая камера и камера управления, клапанный и мембранный механизмы» [73]. устройство крышки представляет собой дроссель, который регулирует частоту пульсации. В канавках корпуса и подставки вставлена бактерицидная ткань, которая подлежит замене. В нижней части корпуса расположены кольцевые канавки, которые служат для воздухообмена (Приложение В – рис. 22) [73].

Сущность изобретения электромагнитного пульсатора В.Н. Петухова и Н.А. Петухова состоит в том, что конструкция состоит из корпуса с патрубками атмосферного давления, постоянного и переменного вакуумов, электромагнита с катушкой магнитопроводом, сердечника и дискового якоря с диамагнитной прокладкой. У магнитопровода пульсатора есть наружная часть, выполненная с внутренним и наружным фланцем, расположены которые соосно с плоскостью конца сердечника.

Наружный фланец состоит из кольцевого клапанного гнезда с отверстиями, а рядом с магнитопроводом находится дистанционная вставка в виде цилиндра, изготовленная при помощи диэлектрического материала, на внутренней стороне которого нанесены продольные каналы. Якорь с одной стороны, которая расположена рядом с патрубком постоянного вакуума содержит эластичную прокладку (Приложение В – рис. 23) [74].

Пульсатор для доильных установок, разработанный Ю.М. Лужковым, В.М. Милехиным и В.Ю. Рыжневым, «состоит из генератора, который задает импульсы вакуума и инвертора, которые образуют своими стенками полость общей камеры атмосферного давления, камер выходных импульсов генератора и инвертора, связанных при помощи переключающихся клапанов с камерами управления и переменного вакуума, которые соединяются при помощи канала с устройством переменного дросселя, который расположен на входе камеры выходных импульсов генератора, управляющей камеры инвертора, которая объединяется при помощи канала с полостью камеры выходных импульсов генератора, при этом каналы выходных импульсов инвертора и генератора состоят из обратных клапанов, которые дополнительно содержат калиброванные отверстия» (Приложение В – рис. 24) [75].

Пульсатор Б.Я. Барагунова и А.Б. Барагунова состоит из управляющей камеры, разделенной упругой мембраной на 2 части, и через нижнюю соединяется с атмосферой, при помощи вакуумного сильфона. Автоматическая регулировка частоты пульса в данном доильном аппарате проводится пульсатором, это особенно важно в районах с резкими колебаниями атмосферного давления (Приложение В – рис. 25) [76].

Пневматический пульсатор, созданный Николини Габриэле и Сикури Роберто, состоит из пневматического управляющего устройства, в котором перемещается золотник, с целью создания возвратно-поступательного перемещения для циклического соединения источника вакуума и пульсационной камеры доильного устройства. Скольжение золотника происходит на износостойкой синтетической пластине с окнами, которые связаны с камерами пульсаций и вакуумным источником. Устройство корпуса пульсатора представлено жесткой рамной конструкцией,

включающей основание, боковые стенки и поперечины. Также в состав пульсатора входит жесткая U-образная часть, соединенная с пластиной (Приложение В – рис. 26) [77].

Представленные выше конструкции пульсаторов, в каждой из которых свое техническое решение, направлены на изменение параметров частоты пульсаций, соотношения тактов, а также на обеспечение щадящего режима извлечения молока в зависимости от интенсивности потока молока. В связи с этим, на основании анализа конструкций доильных аппаратов и пульсаторов, можно сделать вывод, что следует продолжить исследования в данной области и вопрос разработки конструкции адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором, который бы наиболее полно обеспечивал степень выдоенности животных и снижение заболеваемости маститом, а также был выгоден с экономической и целесообразен с технической точки зрения остается актуальным.

1.4. Цель и задачи исследования

Целью исследования является повышение степени выдоенности и снижение заболеваемости коров маститом путем разработки и обоснования конструктивно-режимных параметров пульсатора адаптивного доильного аппарата с доением в бидон.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи научной работы:

- установить основные тенденции в создании пульсаторов адаптивных доильных аппаратов с доением в бидон и разработать его новую конструкцию;
- разработать математические модели, характеризующие рабочий процесс механического пульсатора адаптивного доильного аппарата с доением в бидон;
- обосновать путем экспериментальных исследований режимы и параметры работы пульсатора адаптивного доильного аппарата с доением в бидон;
- изучить влияние адаптивного доильного аппарата с новым механическим пульсатором на степень выдоенности коров и заболеваемость маститом, оценить эффективность применения.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКОГО ПУЛЬСАТОРА АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА С ДОЕНИЕМ В БИДОН

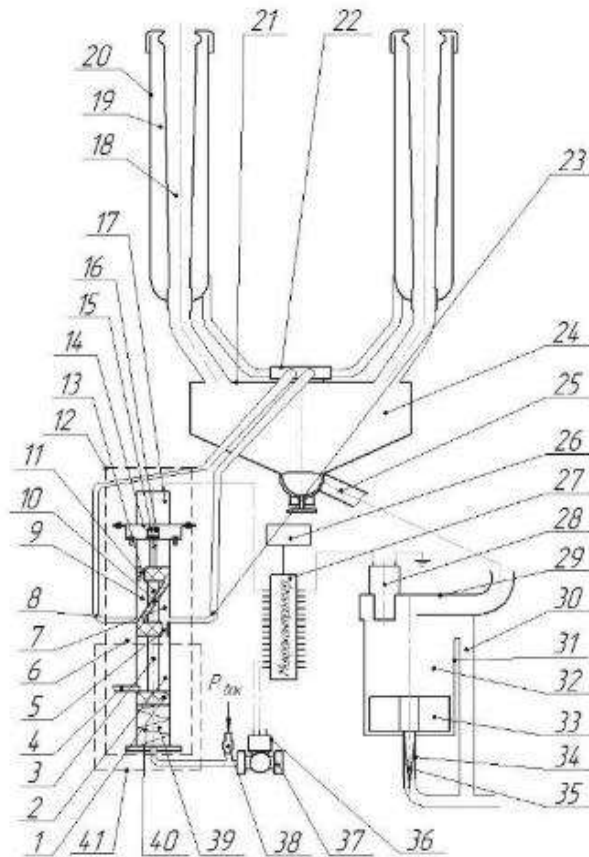
2.1 Разработка конструктивной схемы адаптивного доильного аппарата с доением в бидон с механическим пульсатором

Для устранения недостатков, которые были отмечены в ходе анализа технических решений в области доильного оборудования, нами разработан адаптивный доильный аппарат (Рисунок 2.1), в основе конструкции которого - механический пульсатор (Приложение В) [78]. Пульсатор 12 включает корпус 6, в котором установлен золотник 11, в верхней части соединяемый со шлицевым валом 15, а в нижней - со штоком 3 пневмоцилиндра 41. Данный золотник 11 обладает способностью перемещения по вертикали внутри корпуса 6 по шлицевому валу 15 за счет подачи вакуумметрического либо атмосферного давления в область пространства под шток 3 пневмоцилиндра 41. Электродвигатель 17 привода золотника 11 во вращательное движение закреплен на крышке 14. Соединение электродвигателя 17 и шлицевого вала 15 осуществлено посредством эластичной муфты 16.

К конструктивной особенности «золотника 11 можно отнести то, что камера 7 постоянного вакуумметрического давления и камера 9 постоянного атмосферного давления разделены двумя стенками 10, которые расположены симметрично друг друга. Толщина стенок 10 больше или равна диаметру патрубков 8 и 23, которые, в свою очередь, диаметрально противоположны и установлены в корпусе 6. Через эти патрубки 8 и 23 камеры вакуумметрического давления 7 и постоянного атмосферного давления 9 соединены с распределительными камерами 22 коллектора 21, а через них - с межстенными камерами 19 доильных стаканов 20. В процессе доения межстенные камеры 19 сообщаются с камерами 7 и 9 золотника попеременно» [87, 88].

«Через отверстие 13 в камеру 9 золотника поступает атмосферное давление, а через отверстие 5 в камеру 7 – постоянное вакуумметрическое давление из полости пнев-

моцилиндра 41, которая соединена через патрубок 4 с источником вакуумметрического давления» [87, 88]. «Под поршнем 1 установлена пружина 40, которая его подпружинивает» [94].



1 - поршень, 2 - надпоршневая камера пневмоцилиндра, 3 - шток, 4, 8, 23, 25 - патрубки, 5, 13 - отверстия, 6 - корпус, 7 - камера постоянного вакуумметрического давления, 9 - камера постоянного атмосферного давления, 10 - разделительные стенки золотника, 11 - золотник, 12 - пульсатор, 14 - крышка пульсатора, 15 - шлицевой вал, 16 - эластичное соединение, 17 - электродвигатель, 18 - подсосковая камера, 19 - межстенная камера доильного стакана, 20 - доильный стакан, 21- коллектор, 22 - распределительная камера коллектора, 24 - молокоприемная камера, 26 - регистратор интенсивности молоковыведения, 27 - микроконтроллер, 28 - лазерный дальномер, 29 - крышка датчика потока молока, 30 - переливной патрубок, 31 - датчик потока молока, 32 - молоколовушка, 33 - поплавок, 34 - сливной патрубок, 35 - игла, 36 - шаговый электродвигатель, 37 - дроссель, 38 - калиброванный канал, 39 - подпоршневая камера, 40 - пружина, 41- пневмоцилиндр.

Рисунок 2.1 Адаптивный доильный аппарат

«При этом в подпоршневую камеру 39 путем калиброванного канала 38 поступает вакуумметрическое давление, а путем дросселя 37 за счет шагового электродвигателя 36 - атмосферное давление» [87].

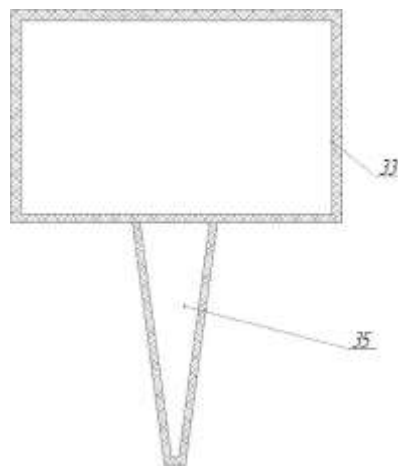
Поплавковый датчик 31 потока молока выполнен «по принципу молоколовушки, которая содержит переливной патрубков 30 и сливной патрубков 34, который перекрывается за счет иглы 35, установленной на поплавке 33. Через сливной патрубков 34 поплавковый датчик 31 соединен с ёмкостью приема молока, а через патрубков 30 – с молокоприемной камерой 31 в коллекторе 21 и через нее с подсосковыми камерами 18 доильных стаканов 20. Чтобы обеспечить линейную зависимость перемещения поплавка 33 (рисунок 2.2) и площади отверстия для слива молока из поплавкового датчика 31 через патрубков 34, поверхность иглы 35 имеет вид, описанный в уравнении» [87]:

$$y = x^2 \frac{(2r^2 - x^2)l}{r^2} + z^2 \frac{(2r^2 - z^2)l}{r^2},$$

где: z - текущее значение радиуса иглы по оси X и Z , соответственно, м;

r - радиус отверстия для слива, м;

x, l – длина иглы, м.



33 - поплавок, 35 - игла

Рисунок 2.2 – Поплавок с иглой

Крышка 29 датчика потока молока 31 оснащена лазерным дальномером 28, который регистрирует положение поплавка 33 в корпусе. При этом данные дальномера считывает «микроконтроллер, соединенный с шаговым электродвигателем 36,

установленным на дросселе 37, электродвигателем 17, вращающим золотник 11, и регистратором 26, считывающим интенсивность молокоотдачи во время доения.

Разработанный доильный аппарат работает в следующем порядке. Устройство приема молока через сливной патрубок 34 соединяют с датчиком потока молока 31» [87]. Подключают между собой источник вакуумметрического давления и патрубок 4 механического пульсатора 12, а также калиброванный канал 38. Обеспечивают электрическое соединение лазерного дальномера 28 через микроконтроллер 27 с электродвигателем 17 пульсатора, регистратором 26, считывающим интенсивность молоковыведения, и электродвигателем 36 дросселя 37. «При этом из ёмкости приема молока в подсосковую камеру 18 доильного стакана 20, которая соединена с молокоприемной камерой 24 коллектора 21, через патрубок 25 сообщаемая с датчиком потока молока 31, имеющим переливной патрубок 30 и сливной патрубок 34, уровень открытия которого регулирует игла 35, установленная на поплавке 33, сообщаемым с устройством приема молока, поступает вакуумметрическое давление» [87].

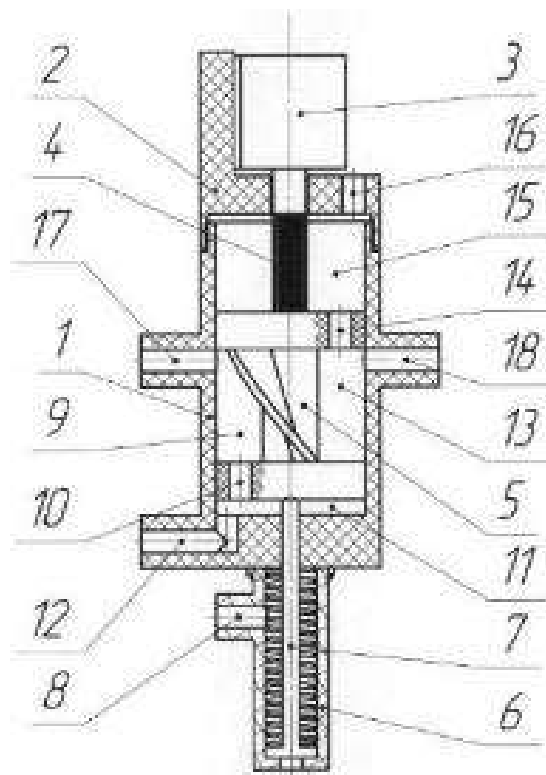
В свою очередь электродвигатель 17 вращает через шлицевой вал 15, соединенный с валом электродвигателя 17 посредством эластичной муфты 16, золотник 11, содержащий камеры вакуумметрического 7 и атмосферного 9 давления, разделенные между собой стенками 10. «Камеры 7 вакуумметрического и 9 атмосферного давления попеременно сообщаются через область распределительных камер 22 коллектора 21 с полостью межстенных камер 19 доильных стаканов 20, создавая в этих камерах переменный вакуум, регулирующий вывод молока. При этом атмосферное давление поступает в камеру 9 через отверстие 13, а вакуумметрическое давление через патрубок 4 в надпоршневую камеру 2 пневмоцилиндра 41 и уже через отверстие 5 в камеру 7» [87].

Частоту пульсаций меняют путем изменения скорости вращения исполнительного механизма 11 за счет изменения мощностных характеристик электродвигателя 17 в зависимости от интенсивности потока молока, регистрируемой микроконтроллером 27. С микроконтроллером установлено электрическое соединение

регистратора 26 скорости отдачи молока и лазерного дальномера 28, «регистрирующего» положение поплавка 33 внутри молоколовушки 32.

Соотношение тактов изменяют путем вертикального перемещения золотника 11, соединенного со шлицевым валом 15, по корпусу 6 механического пульсатора 12 за счет подачи либо вакуумметрического давления через калиброванный канал 38, либо атмосферного давления через дроссель 37, степень открытия которого регулирует электродвигатель 36, в подпоршневую камеру 39 пневмоцилиндра 41. При этом поршень 1 подпружинен пружиной 40.

Механический пульсатор (Приложение Б) изображен на рисунке 2.3.



1 - корпус пульсатора, 2 - крышка, 3 - электродвигатель, 4 - шлицевой вал, 5 - золотник, 6 - пневмоцилиндр, 7 - шток, 8, 12, 17, 18 - патрубок, 9, 11 - камера постоянного вакуумметрического давления, 10, 14, 16 - отверстие, 13, 15 - камера атмосферного давления

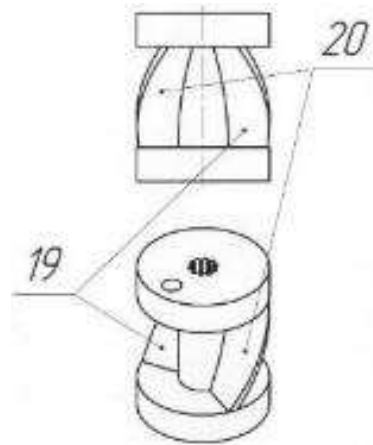
Рисунок 2.3 - Схема предлагаемого пульсатора

Он состоит из корпуса 1, установленных в нем патрубков 8, 12, соединенных с источником вакуумметрического давления, и 17, 18, соединенных с парами доильных стаканов, крышки 2, электродвигателя 3, шлицевого вала 4, золотника 5,

содержащего камеры 11 вакуумметрического давления и 13 атмосферного давления, разделенные между собой винтовыми пластинами 19 и 20, одна из которых с левым направлением отклонения от продольной оси, а другая - с правым, пневмоцилиндра 6 со штоком 7. Для снижения воздействия сил трения золотник и корпус пульсатора изготовлены из фторопласта. Частота пульсаций и соотношение тактов регулируются автоматически в зависимости от интенсивности потока молока при помощи установления микроконтроллером параметров мощности электродвигателя и степени открытия дросселя для подачи атмосферного давления» [92, 94].

Работа пульсатора проходит в следующем режиме. Пульсатор работает следующим образом. Для начала соединяют патрубок 8 с устройством, управляющим подачей вакуумметрического либо атмосферного давления, патрубок 12 – с источником постоянного вакуумметрического давления, а патрубки 17 и 18 соединяют с межстенными камерами доильных стаканов.

Золотник 5 представлен на рисунке 2.4.



19, 20 - разделительные пластины золотника

Рисунок 2.4 - Схема золотника пульсатора

Золотник 5 вращается электродвигателем 3, который соединен с ним при помощи шлицевого вала 4. «Камеры вакуумметрического 11 и атмосферного 13 давлений последовательно при вращении золотника 5 контактируют с межстенными камерами доильных стаканов попарно через патрубки 17 и 18, с целью создания в них переменного вакуумметрического давления» [87]. «За счет изменения скорости вращения золотника 5 с помощью электродвигателя 3 изменяется частота pulsa-

ций. Интенсивность молокоотдачи, которая определяется при помощи датчика потока молока, определяет поступление переменного вакуумметрического давления в корпус пневмоцилиндра 6. Частота пульсаций напрямую зависит от интенсивности потока молока. Изменение соотношения тактов осуществляется с помощью перемещения золотника 5 в вертикальной плоскости корпуса пульсатора с использованием штока 7 пневмоцилиндра 6, изменяя при этом расстояние между разделительными пластинами камер вакуумметрического и атмосферного давления исполнительного механизма, которые расположены под наклоном» [87].

Процесс доения коровы проходит в нормальном режиме.

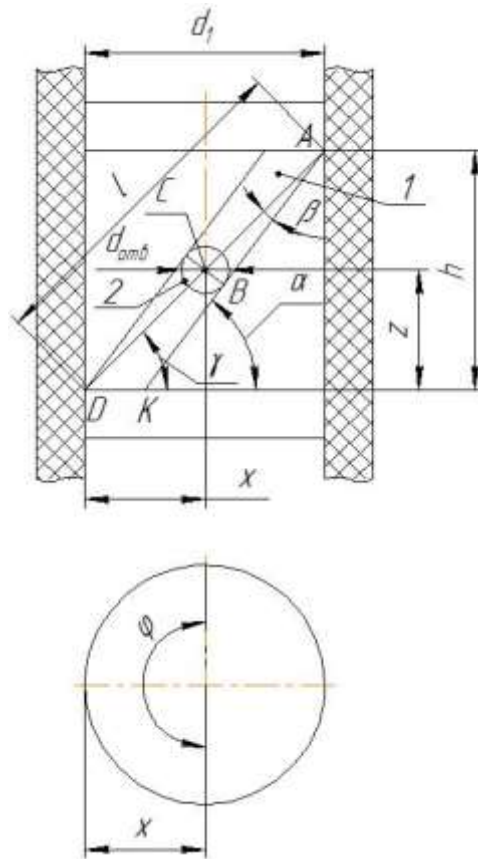
При режиме стимуляции увеличивается частота пульсаций и уменьшается продолжительность такта сосания, и наоборот. «Регуляция соотношения тактов и частоты пульсаций происходит автоматически и зависит от интенсивности извлечения молока» [79, 92].

2.2 Теоретическое обоснование конструктивно-режимных параметров пульсатора адаптивного доильного аппарата

В предлагаемом доильном аппарате механический пульсатор обеспечивает изменение соотношения тактов и частоты пульсаций в автоматическом режиме в зависимости от интенсивности потока молока, регистрируемой датчиком потока молока в виде молоколовушки [80-93].

«Чтобы установить основные конструктивно-режимные параметры пульсатора, при которых обеспечивается заданное соотношение длительности такта сосания и такта сжатия, в нашем случае требуется определить соотношение центральных углов золотника относительно разделительной пластины при перемещении по высоте относительно каналов патрубков, соединяемых с распределительной камерой коллектора и далее межстенными камерами доильных стаканов» [92].

Схема для определения соотношения тактов изображена на рисунке 2.5.



1 - разделительная пластина, 2 - отверстие, сообщающее полость пульсатора с распределительной камерой коллектора

Рисунок 2.5 – Схема для определения соотношения тактов

Диагональ l сечения разделительной пластины 1 золотника пульсатора равна:

$$l = \sqrt{h^2 + d_1^2}, \quad (2.1)$$

где h – высота паза золотника, м;

d_1 – диаметр золотника, м.

А так как отрезок AC составляет:

$$AC = \frac{l}{2} = \frac{\sqrt{h^2 + d_1^2}}{2}, \quad (2.2)$$

то из треугольника $\triangle ABC$:

$$\beta = \arcsin \frac{s_1}{\sqrt{h^2 + d_1^2}}, \quad (2.3)$$

где s_1 – толщина разделительной пластины, м.

При этом должно выполняться условие, что «толщина s_1 разделительной пластины 1 должна быть не меньше диаметра патрубков, поочередно сообщающих

камеру постоянного вакуумметрического давления и камеру атмосферного давления с распределительной камерой коллектора и далее с межстенными камерами доильных стаканов» [87]:

$$s_1 \geq d_{омс} . \quad (2.4)$$

Угол γ наклона диагонали AD сечения разделительной пластины 1 золотника равен:

$$\gamma = \arctg \frac{h}{d_1} . \quad (2.5)$$

В таком случае угол α наклона разделительной пластины 1:

$$\alpha = \beta + \gamma , \quad (2.6)$$

Или с учетом уравнений (2.3), (2.4) и (2.5):

$$\alpha = \arcsin \frac{d_{омс}}{\sqrt{h^2 + d_1^2}} + \arctg \frac{h}{d_1} , \quad (2.7)$$

Зная угол α наклона разделительной пластины 1, мы можем определить расстояние x от внутренней поверхности корпуса пульсатора до разделительной пластины 1 на высоте z относительно нижней плоскости внутренней поверхности золотника, характеризующей смещение x золотника относительно оси отверстия 2, сообщающего полость пульсатора с распределительной камерой коллектора и далее с межстенными камерами доильных стаканов (Рисунок 2.5):

$$x = \frac{z}{\operatorname{tg} \alpha} . \quad (2.8)$$

С учетом уравнения (2.7) уравнение (2.8) приобретает вид:

$$x = \frac{z}{\operatorname{tg} \left(\arcsin \frac{d_{омс}}{\sqrt{h^2 + d_1^2}} + \arctg \frac{h}{d_1} \right)} . \quad (2.9)$$

Отсюда мы можем определить угол φ , охватывающий зону контакта полости золотника с отверстием 2:

$$\varphi = 2 \arccos \left(1 - \frac{2x}{d_1} \right) , \quad (2.10)$$

Или с учетом уравнения (2.9):

$$\varphi = 2\arccos \left(1 - \frac{2z}{d_1 \operatorname{tg} \left(\arcsin \frac{d_{ом6}}{\sqrt{h^2 + d_1^2}} + \operatorname{arctg} \frac{h}{d_1} \right)} \right). \quad (2.11)$$

Также мы можем определить угол τ поворота золотника при перекрытии отверстия 2 разделительной пластиной 1 исполнительного механизма пульсатора, в течение которого действует текущий режим:

$$\tau = 2\arcsin \frac{d_{ом6}}{2d_1}, \quad (2.12)$$

Таким образом, «общий угол поворота исполнительного механизма пульсатора, в течение которого будет продолжаться действие текущего режима, можно определить как:

$$\theta = \varphi + \tau, \quad (2.13)$$

где θ - угол поворота исполнительного механизма пульсатора, в течение которого будет продолжаться действие текущего режима, *рад* [94].

Тогда последующий режим будет осуществляться на протяжении угла ε поворота золотника» [94]:

$$\varepsilon = 2\pi - (\varphi + \tau). \quad (2.14)$$

«Вакуумметрическое давление в межстенных камерах двух доильных стаканов, одновременно сообщаемых патрубком через распределительную камеру коллектора с камерой постоянного вакуумметрического давления пульсатора, меняется со скоростью, которую можно представить в виде уравнения:

$$\frac{dp_T}{dt} = P_a \frac{Q_v}{V_{кв}} \quad (2.15)$$

где p_T - текущее давление воздуха в межстенной камере в абсолютном исчислении, Па;

Q_v - расход воздуха, м³/с;

$V_{кв}$ - объем межстенных камер двух доильных стаканов и каналов, сообщающих их с распределительной камерой коллектора, м³;

P_a - атмосферное давление в системе, Па.

Для определения расхода воздуха воспользуемся уравнением:

$$Q_v = K \cdot (P_{\text{атм}} - P_{\text{абс}}), \quad (2.16)$$

где $P_{\text{атм}}, P_{\text{абс}}$ – уровень атмосферного и абсолютного давления в системе, соответственно, Па;

K – коэффициент Пуазейля, равный:

$$K = \frac{\pi d^4}{128 \eta l}, \quad (2.17)$$

где d - диаметр канала, м;

l - длина канала, м;

η - коэффициент вязкости среды» [96].

В нашем случае:

$$d = d_{\text{отв}}; l = l_k,$$

где l_k - длина канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора, м.

Из условия работоспособности пульсатора, толщина разделительной пластины 1 должна быть не меньше диаметра отверстия 2 пульсатора. Для определения диаметра отверстия 2, при заданной длине вакуумного канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора, важно определить время включения тактов. После подстановки уравнения (2.16) в уравнение (2.15) и проведения интегральных расчетов от $P_{\text{амк}}$ до $P_{\text{тк}}$ с учетом уравнения (2.17), уравнение времени включения такта сосания t_∂ примет вид:

$$t_\partial = \int_{P_{\text{амк}}}^{P_{\text{тк}}} \frac{128 \eta l_k V_{\text{ку}}}{\pi d_{\text{отв}}^4 P_{\text{атм}}} \frac{dp_T}{(P_{\text{атм}} - p_T)} = \frac{128 \eta l_k V_{\text{ку}}}{\pi d_{\text{отв}}^4 P_{\text{атм}}} \cdot \ln \frac{(P_{\text{атм}} - P_{\text{тк}})}{(P_{\text{атм}} - P_{\text{амк}})}, \quad (2.18)$$

где $P_{\text{тк}}$ - абсолютное давление в межстенной камере доильного стакана в такте сосания, Па;

$P_{\text{амк}}$ - абсолютное давление в межстенной камере доильного стакана в такте сжатия, Па;

$$P_{\text{тк}} \rightarrow P_{\text{абс}};$$

$$P_{\text{амк}} \rightarrow P_{\text{атм}}.$$

Графическое изменение времени включения такта сосания от значений диаметра и длины вакуумного канала имеет вид, представленный на рисунке 2.6.

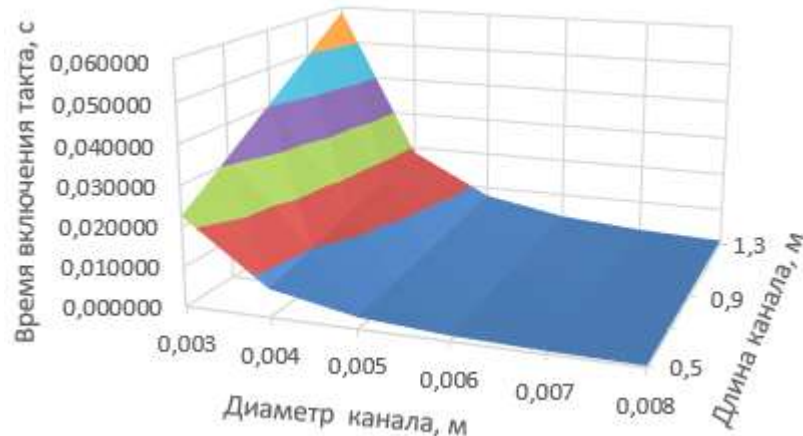


Рисунок 2.6 – График варьирования времени включения такта сосания

Как следует из графика с изменением диаметра канала в пределах 0,003-0,008 м и изменением длины канала в интервале 0,5-1,3 м значения времени включения такта сосания меняются в интервале 0,00116-0,02256 с.

Интегрируя при тех же условиях уравнение (2.15) в пределах от $P_{тк}$ до $P_{амк}$, получим расчетное время $t_{сж}$ включения такта сжатия:

$$t_{сж} = \int_{P_{мк}}^{P_{амк}} \frac{128\eta l_k V_{ку}}{\pi d^4 P_{атм}} \frac{dp_T}{(p_T - P_{абс})} = \frac{128\eta l_k V_{ку}}{\pi d^4 P_{атм}} \cdot \ln \frac{(P_{атк} - P_{абс})}{(P_{мк} - P_{абс})}. \quad (2.19)$$

Графическое изменение времени включения такта сжатия от значений диаметра и длины вакуумного канала имеет вид, представленный на рисунке 2.7.

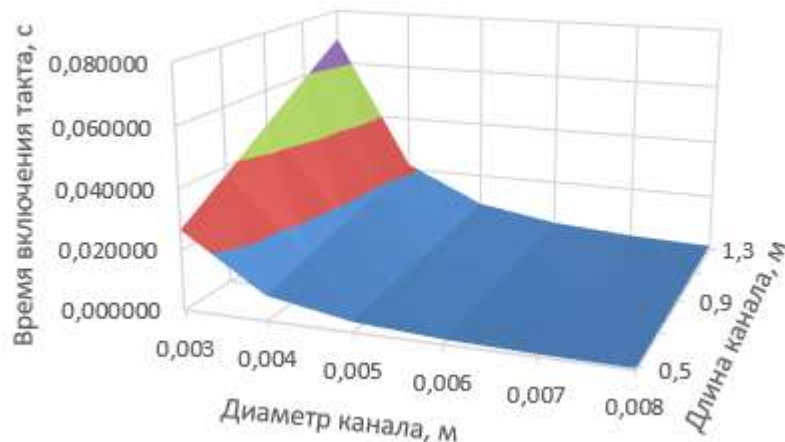


Рисунок 2.7 – График варьирования времени включения такта сжатия

Анализируя диаграмму можно сказать, что время включения такта сжатия в зависимости от длины канала, меняющейся в интервале 0,5-1,3 м, и от изменения диаметра канала в пределах 0,003-0,008 м меняется в диапазоне 0,00137-0,026638 с.

В таком случае уравнение для определения диаметра канала при включении такта сосания будет иметь вид:

$$d_{отв} = \sqrt[4]{\frac{128\eta l_k V_{ку}}{\pi P_{ат.м} t_e} \cdot \ln \frac{(P_{ат.м} - P_{мк})}{(P_{ат.м} - P_{амк})}} \quad (2.20)$$

Графическое изменение диаметра канала от значений времени включения такта сосания и длины вакуумного канала имеет вид, представленный на рисунке 2.8.

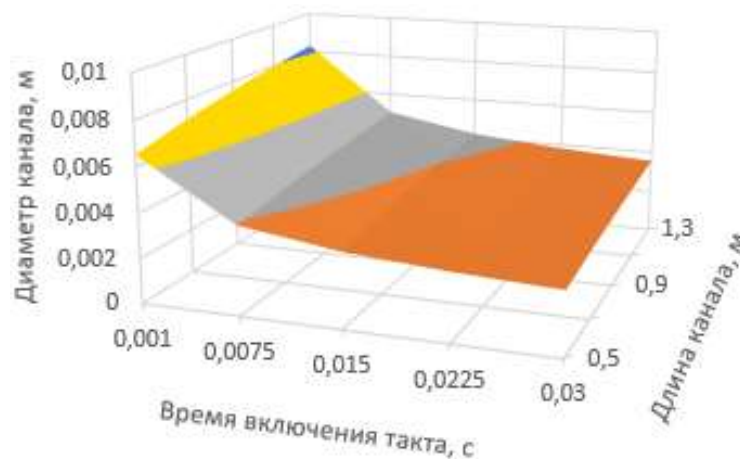


Рисунок 2.8 – График варьирования диаметра канала для такта сосания

Анализируя диаграмму можно сказать, что диаметр канала в зависимости от времени включения такта сосания, меняющегося в интервале 0,001-0,03 с, и от изменения длины канала в пределах 0,5-1,3 м меняется в диапазоне 0,0035-0,0065 м.

Уравнение для определения диаметра канала при включении такта сжатия будет иметь вид:

$$d_{отв} = \sqrt[4]{\frac{128\eta l_k V_{ку}}{\pi P_{ат.м} t_{сж}} \cdot \ln \frac{(P_{атк} - P_{абс})}{(P_{мк} - P_{абс})}} \quad (2.21)$$

Графическое изменение диаметра канала от значений времени включения такта сжатия и длины вакуумного канала имеет вид, представленный на рисунке 2.9.

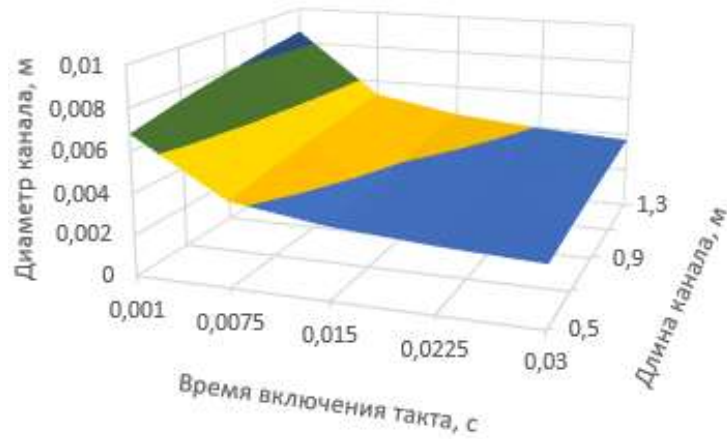


Рисунок 2.9 – График варьирования диаметра канала для такта сжатия

Анализируя диаграмму можно сказать, что диаметр канала в зависимости от времени включения такта сжатия, меняющегося в интервале 0,001-0,03 с, и от изменения длины канала в пределах 0,5-1,3 м меняется в диапазоне 0,0037-0,0068 м.

С учетом того, что при включении режима сжатия возможны ударные нагрузки на сосок вымени коровы, в последующих расчетах с применением диаметра $d_{отв}$, будем использовать уравнение для расчета указанного параметра в режиме включения такта сжатия с допустимым интервалом варьирования времени $t_{сж}$, при котором исключается вредное воздействие на сосок.

В таком случае уравнение (2.13), с учетом уравнений (2.11), (2.12) и (2.20), приобретает вид:

$$\theta = 2 \arccos \left(1 - \frac{2z}{d_1 t g \left(\arcsin \frac{\sqrt[4]{\frac{128 \eta l_k V_{ку}}{\pi P_{атм}} t_{сж}} \cdot \ln \frac{(P_{атк} - P_{абс})}{(P_{МК} - P_{абс})}}{\sqrt{h^2 + d_1^2}} + \arctg \frac{h}{d_1} \right)} \right) +$$

$$+ 2 \arcsin \frac{\sqrt[4]{\frac{128 \eta l_k V_{ку}}{\pi P_{атм}} t_{сж}} \cdot \ln \frac{(P_{атк} - P_{абс})}{(P_{МК} - P_{абс})}}{2 d_1}, \quad (2.22)$$

а уравнение (2.14):

$$\varepsilon = 2\pi - 2\arccos \left(1 - \frac{2z}{d_1 \operatorname{tg} \left(\arcsin \frac{\sqrt[4]{\frac{128\eta_l V_{\text{ку}}}{\pi P_{\text{атм}} t_{\text{сж}}}} \cdot \ln \frac{(P_{\text{атк}} - P_{\text{абс}})}{(P_{\text{мк}} - P_{\text{абс}})}}{\sqrt{h^2 + d_1^2}} + \operatorname{arctg} \frac{h}{d_1}} \right)} \right) - 2\arcsin \frac{\sqrt[4]{\frac{128\eta_l V_{\text{ку}}}{\pi P_{\text{атм}} t_{\text{сж}}}} \cdot \ln \frac{(P_{\text{атк}} - P_{\text{абс}})}{(P_{\text{мк}} - P_{\text{абс}})}}{2d_1} \right) \quad (2.23)$$

Представление в общепринятом виде соотношения тактов может иметь вид:

$$\left(\frac{\theta}{2\pi} 100\% \right) : \left(\frac{\varepsilon}{2\pi} 100\% \right). \quad (2.24)$$

Расчет соотношения тактов проводили при условии, что высота паза h рабочей камеры золотника равна 30,0 мм, диаметр золотника $d_1=50,0$ мм, интервал варьирования времени включения такта сжатия в интервале 0,001-0,03 с. Значения соотношения тактов рассчитывали с учетом различного положения золотника в вертикальной плоскости внутри корпуса пульсатора относительно каналов, сообщаемых с распределительной камерой коллектора, с интервалом 5,5 мм от крайнего верхнего положения золотника.

Графики значений величины такта сжатия и сосания в зависимости от перемещения золотника в вертикальной плоскости корпуса пульсатора на расстояние 0,004 м, от времени включения тактов в интервале 0,001-0,03 с и от изменения длины канала в пределах 0,5-1,3 м, изображены на рисунках 2.10 и 2.11, соответственно.

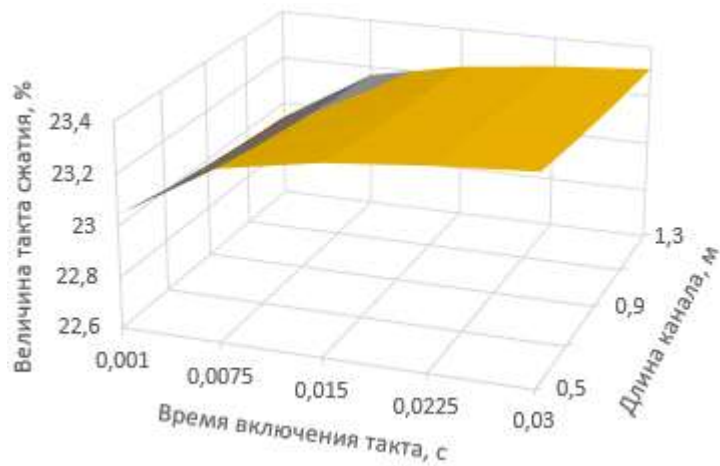


Рисунок 2.10 – График значений такта сжатия

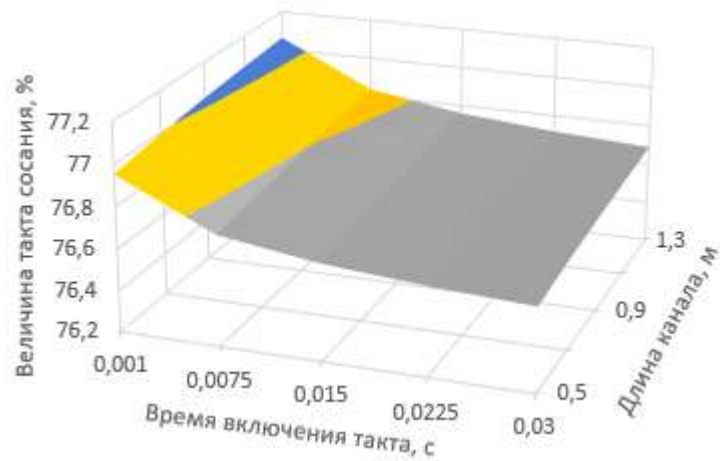


Рисунок 2.11 – График значений такта сосания

При доении в номинальном режиме длительность такта сосания устанавливается соответствующей зоотехническим требованиям, при которой обеспечивается максимальная интенсивность потока молока, выводимого из вымени коровы, и безвредное воздействие на молочную железу. Этому должен соответствовать общий угол поворота θ_{dn} исполнительного механизма пульсатора, в течение которого будет продолжаться действие текущего режима, который может быть реализован при смещении нижней плоскости внутренней поверхности золотника относительно оси отверстия 2 (Рисунок 2.5) на высоту z_{dn} :

$$z_{dn} = \frac{d_1 \operatorname{tg}}{2} \left(\operatorname{arcsin} \frac{\sqrt[4]{\frac{128\eta l_k V_{ky}}{\pi P_{амм} t_{сж}} \cdot \ln \frac{(P_{амк} - P_{абс})}{(P_{мк} - P_{абс})}}}{\sqrt{h^2 + d_1^2}} + \operatorname{arctg} \frac{h}{d_1} \right) \times$$

$$\times \left[1 - \cos \left(\frac{\theta_{dn} - 2 \operatorname{arcsin} \frac{\sqrt[4]{\frac{128\eta l_k V_{ky}}{\pi P_{амм} t_{сж}} \cdot \ln \frac{(P_{амк} - P_{абс})}{(P_{мк} - P_{абс})}}}{2d_1}}{2} \right) \right]. \quad (2.25)$$

При завершении доения и переключении доильного аппарата в стимулирующий режим доения длительность такта сосания устанавливается соответствующей зоотехническим требованиям, при которой обеспечивается безвредное воздействие на молочную железу. Этому должен соответствовать общий угол поворота θ_{ds} исполнительного механизма пульсатора, в течение которого будет продолжаться действие текущего режима, который может быть реализован при смещении нижней плоскости внутренней поверхности золотника относительно оси отверстия 2 (Рисунок 2.5) на высоту z_{ds} :

$$z_{ds} = \frac{d_1 \operatorname{tg}}{2} \left(\operatorname{arcsin} \frac{\sqrt[4]{\frac{128\eta l_k V_{ky}}{\pi P_{амм} t_{сж}} \cdot \ln \frac{(P_{амк} - P_{абс})}{(P_{мк} - P_{абс})}}}{\sqrt{h^2 + d_1^2}} + \operatorname{arctg} \frac{h}{d_1} \right) \times$$

$$\times \left[1 - \cos \left(\frac{\theta_{ds} - 2 \operatorname{arcsin} \frac{\sqrt[4]{\frac{128\eta l_k V_{ky}}{\pi P_{амм} t_{сж}} \cdot \ln \frac{(P_{амк} - P_{абс})}{(P_{мк} - P_{абс})}}}{2d_1}}{2} \right) \right]. \quad (2.26)$$

В таком случае, при условии сохранения начального положения разделительной пластины, высота h паза рабочей камеры золотника может быть уменьшена со стороны камеры постоянного вакуумметрического давления, расположенной снизу, на величину, равную:

$$\Delta h_{dn} = z_{dn} - \frac{d_{\text{ОТВ}}}{2} = \frac{d_1 \text{tg}}{2} \left(\arcsin \frac{\sqrt[4]{\frac{128\eta'_k V_{\text{ку}}}{\pi P_{\text{атм}} t_{\text{сж}}} \cdot \ln \frac{(P_{\text{атк}} - P_{\text{абс}})}{(P_{\text{МК}} - P_{\text{абс}})}}}{\sqrt{h^2 + d_1^2}} + \arctg \frac{h}{d_1} \right) \times$$

$$\times \left[1 - \cos \left(\frac{\theta_{dn} - 2 \arcsin \frac{\sqrt[4]{\frac{128\eta'_k V_{\text{ку}}}{\pi P_{\text{атм}} t_{\text{сж}}} \cdot \ln \frac{(P_{\text{атк}} - P_{\text{абс}})}{(P_{\text{МК}} - P_{\text{абс}})}}}{2d_1}}{2} \right) \right] - \frac{d_{\text{ОТВ}}}{2}, \quad (2.27)$$

где Δh_{dn} – величина уменьшения высоты паза рабочей камеры золотника со стороны камеры постоянного вакуумметрического давления, м;
а со стороны камеры постоянного атмосферного давления, расположенной сверху, на величину, равную:

$$\Delta h_{ds} = h - z_{ds} - \frac{d_{\text{ОТВ}}}{2} = h - \frac{d_1 \text{tg}}{2} \left(\arcsin \frac{\sqrt[4]{\frac{128\eta'_k V_{\text{ку}}}{\pi P_{\text{атм}} t_{\text{сж}}} \cdot \ln \frac{(P_{\text{атк}} - P_{\text{абс}})}{(P_{\text{МК}} - P_{\text{абс}})}}}{\sqrt{h^2 + d_1^2}} + \arctg \frac{h}{d_1} \right) \times$$

$$\times \left[1 - \cos \left(\frac{\theta_{ds} - 2 \arcsin \frac{\sqrt[4]{\frac{128\eta'_k V_{\text{ку}}}{\pi P_{\text{атм}} t_{\text{сж}}} \cdot \ln \frac{(P_{\text{атк}} - P_{\text{абс}})}{(P_{\text{МК}} - P_{\text{абс}})}}}{2d_1}}{2} \right) \right] - \frac{d_{\text{ОТВ}}}{2}, \quad (2.28)$$

где Δh_{ds} – величина уменьшения высоты паза рабочей камеры золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления, м.

Тогда высота паза рабочей камеры укороченного золотника будет равна:

$$h_z = z_{ds} + \frac{d_{\text{ОТВ}}}{2}, \quad (2.29)$$

где h_z – высота паза золотника, м.

А с учетом уравнения (2.26) и уравнения (2.21) уравнение (2.29) приобретает вид:

$$h_z = \frac{d_1 \operatorname{tg} \alpha}{2} \left(\operatorname{arcsin} \frac{\sqrt[4]{\frac{128 \eta l_k V_{\text{кв}}}{\pi P_{\text{амл}} t_{\text{сж}}} \cdot \ln \frac{(P_{\text{амк}} - P_{\text{абс}})}{(P_{\text{мк}} - P_{\text{абс}})}}}{\sqrt{h^2 + d_1^2}} + \operatorname{arctg} \frac{h}{d_1} \right) \times$$

$$\times \left[1 - \cos \left(\frac{\theta_{ds} - 2 \operatorname{arcsin} \frac{\sqrt[4]{\frac{128 \eta l_k V_{\text{кв}}}{\pi P_{\text{амл}} t_{\text{сж}}} \cdot \ln \frac{(P_{\text{амк}} - P_{\text{абс}})}{(P_{\text{мк}} - P_{\text{абс}})}}}{2 d_1}}{2} \right) \right] + \frac{\sqrt[4]{\frac{128 \eta l_k V_{\text{кв}}}{\pi P_{\text{амл}} t_{\text{сж}}} \cdot \ln \frac{(P_{\text{амк}} - P_{\text{абс}})}{(P_{\text{мк}} - P_{\text{абс}})}}}{2}}. \quad (2.30)$$

При этом, расстояние x_{dn} от внутренней поверхности корпуса пульсатора до линии крепления разделительной пластины к нижней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления равно:

$$x_{dn} = \frac{\Delta h_{dn}}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{z_{dn} - \frac{d_{\text{отв}}}{2}}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (2.31)$$

а расстояние x_{ds} от внутренней поверхности корпуса пульсатора со стороны камеры постоянного вакуумметрического давления до линии крепления разделительной пластины к верхней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления равно:

$$x_{ds} = d_1 - \frac{h_z}{\operatorname{tg} \alpha} - x_{dn} = d_1 - \frac{h_z}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{z_{dn} - \frac{d_{\text{отв}}}{2}}{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (2.32)$$

Перемещение золотника при переключении из номинального режима доения с максимальной продолжительностью такта сосания в стимулирующий режим доения, с минимальной продолжительностью такта сосания, и наоборот, описывается выражением:

$$h_{pz} = z_{ds} - z_{dn}, \quad (2.33)$$

где h_{pz} - перемещение золотника, м.

Перемещение золотника пульсатора в исходное положение осуществляется под воздействием пружины. При этом, наряду с весом золотника, пружина преодолевает сопротивление силы трения скольжения золотника по внутренней поверхности

сти пульсатора. Стало быть, пружина должна иметь определенную предварительную степень сжатия. В таком случае ее длина в распрямленном состоянии должна быть равна:

$$l_p = h_{pz} + l_{dn}, \quad (2.34)$$

где l_p – длина пружины m ;

l_{dn} – добавочная длина пружины m .

Отсюда, силу упругости пружины, взаимодействующей с поршнем пневмоцилиндра перемещения золотника, можно записать как:

$$F = -kl_p, \quad (2.35)$$

где k – коэффициент жесткости пружины, Н/м.

Или:

$$F = -k(h_{pz} + l_{dn}). \quad (2.36)$$

Данную силу можно также представить в виде:

$$F = P_{\text{вак}}S + mg + F_{\text{мпз}}, \quad (2.37)$$

где $P_{\text{вак}}$ – вакуумметрическое давление, Па;

S – площадь поперечного сечения золотника, м²;

m – масса золотника, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$F_{\text{мпз}}$ – сила трения золотника о внутреннюю поверхность корпуса пульсатора, Н.

Площадь поперечного сечения золотника равна:

$$S = \frac{\pi d_1^2}{4}. \quad (2.38)$$

Приравняем уравнения 2.36 и 2.37:

$$k(h_{pz} + l_{dn}) = P_{\text{вак}}S + mg + F_{\text{мпз}}. \quad (2.39)$$

Уравнение (2.39) характеризует положение золотника в крайнем нижнем положении при подаче вакуумметрического давления. Тогда в крайнем верхнем положении уравнение (2.39) будет иметь вид:

$$kl_{dn} = mg + F_{\text{мпз}}. \quad (2.40)$$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} k(h_{pz} + l_{dn}) = P_{\text{вак}}S + mg + F_{\text{мпз}} \\ kl_{dn} = mg + F_{\text{мпз}} \end{cases} \quad (2.41)$$

Так как из уравнения (2.38) следует, что добавочная длина пружины l_{dn} равна:

$$l_{dn} = \frac{mg + F_{\text{мпз}}}{k}, \quad (2.42)$$

то подставив ее значение в первое уравнение системы уравнений (2.41):

$$k\left(h_{pz} + \frac{mg + F_{\text{мпз}}}{k}\right) = P_{\text{вак}}S + mg + F_{\text{мпз}} \quad (2.43)$$

получим требуемое значение коэффициента жесткости пружины:

$$k = \frac{P_{\text{вак}}S}{h_{pz}}. \quad (2.44)$$

С учетом уравнений (2.25), (2.26), (2.33) и (2.38) уравнение (2.44) можно представить в виде:

$$k = \frac{P_{\text{вак}}S}{z_{ds} - z_{dn}} = \frac{P_{\text{вак}} \frac{\pi d_1^2}{4}}{\frac{d_1 \text{tg}}{2} \left[\arcsin \frac{\sqrt[4]{\frac{128\eta l_k V_{\text{ку}}}{\pi P_{\text{амтсж}}} \cdot \ln \frac{(P_{\text{амк}} - P_{\text{абс}})}{(P_{\text{мк}} - P_{\text{абс}})}}}{\sqrt{h^2 + d_1^2}} + \arctg \frac{h}{d_1} \right]} \times \left[\cos \frac{\theta_{dn} - 2 \arcsin \frac{\sqrt[4]{\frac{128\eta l_k V_{\text{ку}}}{\pi P_{\text{амтсж}}} \cdot \ln \frac{(P_{\text{амк}} - P_{\text{абс}})}{(P_{\text{мк}} - P_{\text{абс}})}}}{2d_1}}{2} - \cos \frac{\theta_{ds} - 2 \arcsin \frac{\sqrt[4]{\frac{128\eta l_k V_{\text{ку}}}{\pi P_{\text{амтсж}}} \cdot \ln \frac{(P_{\text{амк}} - P_{\text{абс}})}{(P_{\text{мк}} - P_{\text{абс}})}}}{2d_1}}{2} \right]}. \quad (2.45)$$

Согласно уравнению (2.45) с изменением диаметра исполнительного механизма пульсатора в диапазоне 30,0-50,0 мм с интервалом варьирования высоты паза золотника от 30,0 до 50,0 мм значение жёсткости пружины без учета силы трения золотника о внутреннюю поверхность корпуса пульсатора изменяется в диапазоне от 911,9 до 1975,2 Н/м.

Диаграмма изменения жесткости пружины в зависимости от диаметра и высоты паза золотника изображена на рисунке 2.12.

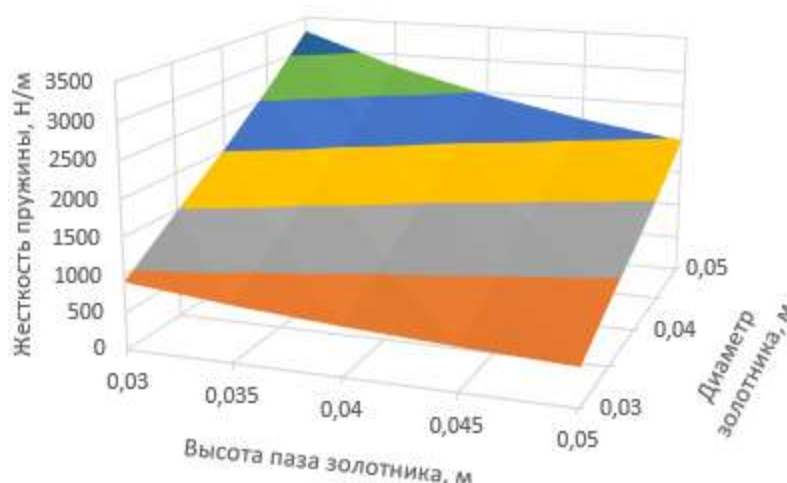


Рисунок 2.12 – График варьирования значений жесткости пружины в зависимости от диаметра и высоты паза золотника

И теперь, подставив в уравнение (2.42) значение коэффициента жесткости пружины, определим добавочную длину пружины:

$$l_{dn} = h_{pz} \frac{mg}{P_{вак} S}, \quad (2.46)$$

а подставив уравнение (2.46) в уравнение (2.34) получим требуемую длину пружины:

$$l_p = h_{pz} \left(\frac{P_{вак} S + mg}{P_{вак} S} \right). \quad (2.47)$$

Для определения положения золотника по высоте при перемещении уравнение примет вид:

$$kx = P_{вак} S + mg, \quad (2.48)$$

где x – перемещение золотника по высоте, м [94].

Преобразовав уравнение (2.39), получим уравнение перемещения золотника в зависимости от вакуумметрического давления и жесткости пружины:

$$x = \frac{P_{вак} S + mg}{k}. \quad (2.49)$$

В корпусе пульсатора на золотник действует «сила, которая возникает в результате действия на разделительную пластину перепада давлений (рисунок 2.13):

$$F_p = S_p (P_{атм} - P_{абс}), \quad (2.50)$$

где F_p – сила воздействия на разделительную пластину, Н/м²;

S_p – площадь разделительной пластины, на которую действует разность давлений $P_{атм}$ и $P_{абс}$, M^2 ;

$P_{атм}$ – давление атмосферное, Па;

$P_{абс}$ – давление абсолютное, Па.

При векторном разложении сила F_p состоит из горизонтальной F_x и вертикальной F_y составляющих. Горизонтальную силу прижатия F_x определим как» [87]:

$$F_x = S_p (P_{атм} - P_{абс}) \sin \alpha, \quad (2.51)$$

При этом площадь S_p контакта – усеченный эллипс. Ее определим по формуле:

$$S_p = S_o - S_{сэ1} - S_{сэ2}, \quad (2.52)$$

где S_o - площадь эллипса, m^2 ;

$S_{сэ1}$ - площадь отсекаемого сегмента эллипса по линии крепления разделительной пластины к нижней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления, m^2 ;

$S_{сэ2}$ - площадь отсекаемого сегмента эллипса по линии крепления разделительной пластины к верхней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления, m^2 .

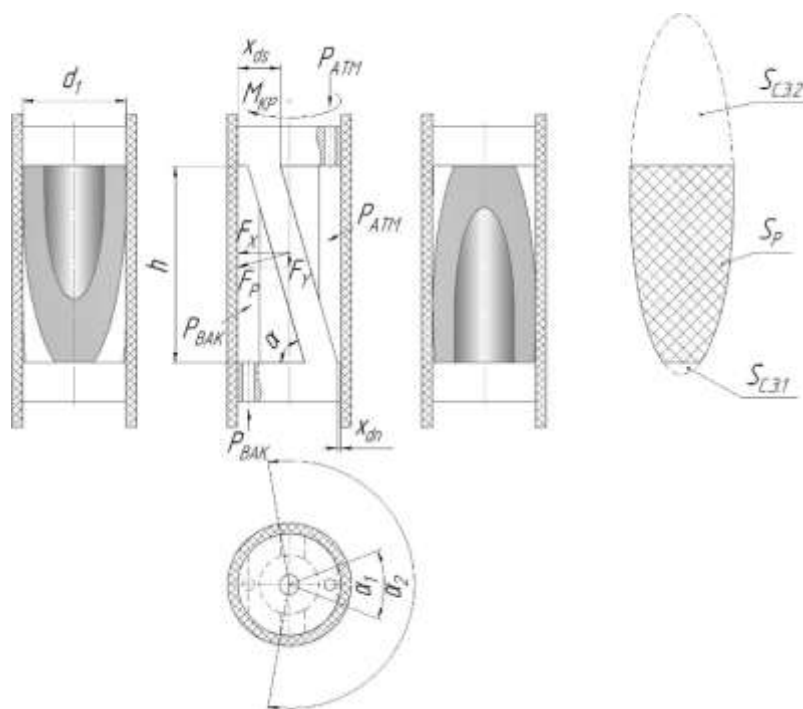


Рисунок 2.13 – Схема сил, действующих на золотник

Площадь эллипса определим как:

$$S_{\varepsilon} = \frac{\pi d_1^2}{4 \cos \alpha}. \quad (2.53)$$

Площадь $S_{c\varepsilon 1}$ определим с использованием площади сектора окружности диаметром d_1 , высотой которого является расстояние x_{dn} от внутренней поверхности корпуса пульсатора до линии крепления разделительной пластины к нижней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления, описываемое уравнением (2.31), а площадь $S_{c\varepsilon 2}$ определим с использованием площади сектора окружности диаметром d_1 , высотой которого является расстояние x_{ds} от внутренней поверхности корпуса пульсатора со стороны камеры постоянного вакуумметрического давления до линии крепления разделительной пластины к верхней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления, описываемое уравнением (2.32).

Указанные сегменты представляют собой проекции на горизонтальную плоскость отсекаемых сегментов эллипса по линии крепления разделительной пластины к нижней плоскости внутренней поверхности золотника и по линии крепления разделительной пластины к верхней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления.

В таком случае для определения площади отсекаемых сегментов эллипса мы можем воспользоваться следующими формулами:

$$S_{c\varepsilon 1} = \frac{R^2(\alpha_1 - \sin \alpha_1)}{2 \cos \alpha}, \quad S_{c\varepsilon 2} = \frac{R^2(\alpha_2 - \sin \alpha_2)}{2 \cos \alpha}, \quad (2.54)$$

где α_1 – центральный угол проекции на горизонтальную плоскость отсекаемого сегмента эллипса по линии крепления разделительной пластины к нижней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления, рад;

α_2 – центральный угол проекции на горизонтальную плоскость отсекаемого сегмента эллипса по линии крепления разделительной пластины к верхней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления, рад;

R - радиус золотника, м.

Радиус золотника равен:

$$R = \frac{d_1}{2} . \quad (2.55)$$

С учетом уравнений (2.51), (2.54) и (2.55) уравнение (2.50) можно представить в виде:

$$S_p = d_1^2 \left(\frac{2\pi - \alpha_1 - \alpha_2 + \sin \alpha_1 + \sin \alpha_2}{8 \cos \alpha} \right) . \quad (2.56)$$

И теперь уравнение (2.49), описывающее силу прижатия золотника к внутренней поверхности корпуса пульсатора в горизонтальной плоскости, мы можем записать в виде:

$$F_x = d_1^2 \left(\frac{2\pi - \alpha_1 - \alpha_2 + \sin \alpha_1 + \sin \alpha_2}{8} \right) (P_{\text{атм}} - P_{\text{абс}}) \operatorname{tg} \alpha . \quad (2.57)$$

Зная расстояние x_{dn} от внутренней поверхности корпуса пульсатора до линии крепления разделительной пластины к нижней плоскости внутренней поверхности золотника, мы можем определить центральный угол проекции α_1 :

$$\alpha_1 = 2 \arccos \frac{R - x_{dn}}{R} = 2 \arccos \left(1 - \frac{2x_{dn}}{d_1} \right) , \quad (2.58)$$

а зная расстояние x_{ds} от внутренней поверхности корпуса пульсатора до линии крепления разделительной пластины к верхней плоскости внутренней поверхности золотника, мы можем определить центральный угол проекции α_2 :

$$\alpha_2 = 2 \arccos \frac{R - x_{ds}}{R} = 2 \arccos \left(1 - \frac{2x_{ds}}{d_1} \right) . \quad (2.59)$$

В развернутом виде, с учетом уравнений (2.52), (2.53), (2.58) и (2.59), уравнение (2.57) будет иметь вид:

$$F_x = \frac{d_1^2}{8} \left(2\pi - 2 \arccos \left(1 - \frac{2x_{dn} - d_{\text{отв}}}{d_1 \operatorname{tg} \alpha} \right) - 2 \arccos \left(1 - \frac{2}{d_1} \left(d_1 - \frac{2h_z - 2x_{dn} + d_{\text{отв}}}{2 \operatorname{tg} \alpha} \right) \right) + \sin \left(2 \arccos \left(1 - \frac{2x_{dn} - d_{\text{отв}}}{d_1 \operatorname{tg} \alpha} \right) \right) + \sin \left(2 \arccos \left(1 - \frac{2}{d_1} \left(d_1 - \frac{2h_z - 2x_{dn} + d_{\text{отв}}}{2 \operatorname{tg} \alpha} \right) \right) \right) \right) (P_{\text{атм}} - P_{\text{абс}}) \operatorname{tg} \alpha . \quad (2.60)$$

Согласно уравнению (2.60) с изменением диаметра исполнительного механизма пульсатора в диапазоне 30,0-50,0 мм с интервалом варьирования высоты паза золотника от 30,0 до 50,0 мм значение горизонтальной составляющей силы воздействия на разделительную пластину изменяется в диапазоне от 53,91 до 99,44 Н.

Графически зависимость горизонтальной составляющей силы воздействия на разделительную пластину от параметров диаметра и высоты паза золотника изображена на рисунке 2.14.

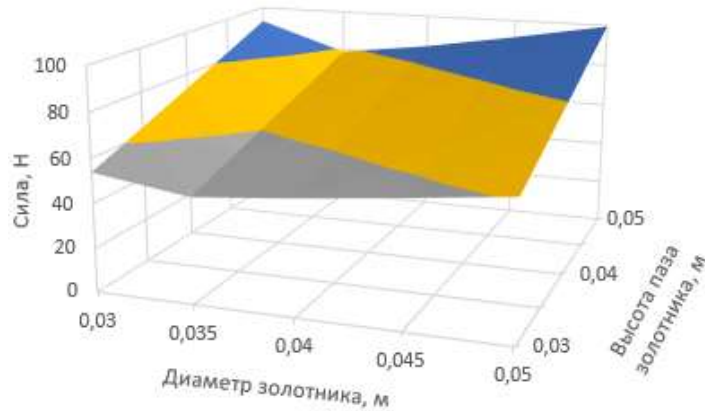


Рисунок 2.14 – График зависимости горизонтальной составляющей силы воздействия на разделительную пластину от высоты паза и диаметра золотника

Вращению золотника пульсатора под воздействием механизма привода препятствует сила трения золотника о внутреннюю поверхность корпуса пульсатора, возникающая в результате действия на разделительную пластину перепада давлений (рисунок 2.13):

$$F_{\text{трз}} = k_{\text{тр}} F_x = k_{\text{тр}} S_p (P_{\text{атм}} - P_{\text{абс}}) \sin \alpha. \quad (2.61)$$

С учетом уравнения (2.56) уравнение (2.61) принимает вид:

$$F_{\text{трз}} = k_{\text{мп}} d_1^2 \left(\frac{2\pi - \alpha_1 - \alpha_2 + \sin \alpha_1 + \sin \alpha_2}{8} \right) (P_{\text{атм}} - P_{\text{абс}}) \operatorname{tg} \alpha. \quad (2.62)$$

В развернутом виде, с учетом уравнений (2.52), (2.53), (2.59) и (2.60), уравнение (2.62) будет иметь вид:

$$F_{\text{трз}} = \frac{k_{\text{тр}} d_1^2}{8} \left(2\pi - 2 \arccos \left(1 - \frac{2z_{\text{дн}} - d_{\text{отв}}}{d_1 \operatorname{tg} \alpha} \right) - 2 \arccos \left(1 - \frac{2}{d_1} \left(d_1 - \frac{2h_z - 2z_{\text{дн}} + d_{\text{отв}}}{2 \operatorname{tg} \alpha} \right) \right) + \sin \left(2 \arccos \left(1 - \frac{2z_{\text{дн}} - d_{\text{отв}}}{d_1 \operatorname{tg} \alpha} \right) \right) + \sin \left(2 \arccos \left(1 - \frac{2}{d_1} \left(d_1 - \frac{2h_z - 2z_{\text{дн}} + d_{\text{отв}}}{2 \operatorname{tg} \alpha} \right) \right) \right) \right) (P_{\text{атм}} - P_{\text{абс}}) \operatorname{tg} \alpha. \quad (2.63)$$

Необходимый крутящий момент $M_{\text{кр}}$ привода золотника пульсатора определим как:

$$M_{кр} = F_{мпз} \frac{d_1}{2}. \quad (2.64)$$

С учетом уравнения (2.62) уравнение (2.64) будет иметь вид:

$$M_{кр} = k_{мп} \frac{d_1^3}{2} \left(\frac{2\pi - \alpha_1 - \alpha_2 + \sin \alpha_1 + \sin \alpha_2}{8} \right) (P_{атм} - P_{абс}) \operatorname{tg} \alpha. \quad (2.65)$$

С учетом уравнения (2.63) уравнение (2.65) приобретает вид:

$$M_{кр} = \frac{k_{тр} d_1^3}{16} \left(2\pi - 2 \operatorname{arccos} \left(1 - \frac{2z_{дн} - d_{отв}}{d_1 \operatorname{tg} \alpha} \right) - 2 \operatorname{arccos} \left(1 - \frac{2}{d_1} \left(d_1 - \frac{2h_z - 2z_{дн} + d_{отв}}{2 \operatorname{tg} \alpha} \right) \right) + \sin \left(2 \operatorname{arccos} \left(1 - \frac{2z_{дн} - d_{отв}}{d_1 \operatorname{tg} \alpha} \right) \right) + \sin \left(2 \operatorname{arccos} \left(1 - \frac{2}{d_1} \left(d_1 - \frac{2h_z - 2z_{дн} + d_{отв}}{2 \operatorname{tg} \alpha} \right) \right) \right) \right) (P_{атм} - P_{абс}) \operatorname{tg} \alpha. \quad (2.66)$$

Из данного уравнения следует, что «при увеличении диаметра исполнительного механизма от 30,0 до 50,0 мм и высоты паза золотника от 30,0 до 50,0 мм., значение крутящего момента увеличивается с 0,08 до 0,25 Н·м.

Графически зависимость крутящего момента от параметров диаметра и высоты паза золотника изображена на рисунке 2.15» [94].

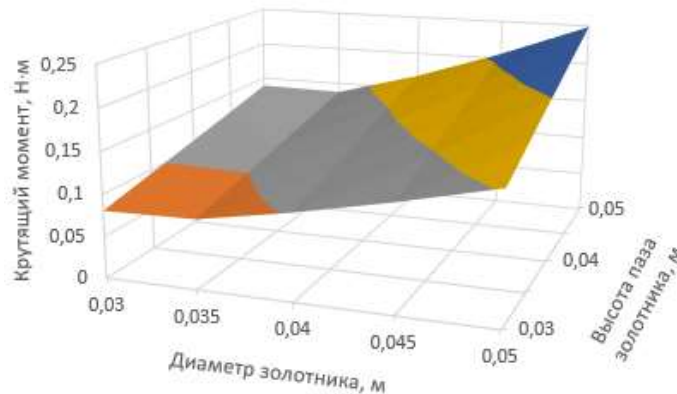


Рисунок 2.15 – График зависимости крутящего момента от высоты паза и диаметра золотника

В этом случае необходимая мощность привода золотника пульсатора определяется выражением:

$$P_{пр} = M_{кр} \frac{\pi n}{30}, \quad (2.67)$$

где $P_{пр}$ - необходимая мощность привода золотника пульсатора, Вт;

n - требуемая частота вращения золотника (частота пульсаций), мин^{-1} .

Используя уравнение (2.65), характеризующее требуемый крутящий момент для привода золотника пульсатора, уравнение (2.67) можно записать как:

$$P_{\text{пр}} = k_{\text{мп}} \frac{d_1^3 \pi n}{60} \left(\frac{2\pi - \alpha_1 - \alpha_2 + \sin \alpha_1 + \sin \alpha_2}{8} \right) (P_{\text{атм}} - P_{\text{абс}}) \operatorname{tg} \alpha, \quad (2.68)$$

а с учетом уравнения (2.66):

$$P_{\text{пр}} = \frac{k_{\text{тр}} d_1^3 \pi n}{480} \left(2\pi - 2 \arccos \left(1 - \frac{2z_{\text{дн}} - d_{\text{отв}}}{d_1 \operatorname{tg} \alpha} \right) - 2 \arccos \left(1 - \frac{2}{d_1} \left(d_1 - \frac{2h_z - 2z_{\text{дн}} + d_{\text{отв}}}{2 \operatorname{tg} \alpha} \right) \right) + \sin \left(2 \arccos \left(1 - \frac{2z_{\text{дн}} - d_{\text{отв}}}{d_1 \operatorname{tg} \alpha} \right) \right) + \sin \left(2 \arccos \left(1 - \frac{2}{d_1} \left(d_1 - \frac{2h_z - 2z_{\text{дн}} + d_{\text{отв}}}{2 \operatorname{tg} \alpha} \right) \right) \right) \right) (P_{\text{атм}} - P_{\text{абс}}) \operatorname{tg} \alpha. \quad (2.69)$$

К примеру, «с учетом частоты вращения исполнительного механизма 60 об/мин, при увеличении диаметра исполнительного механизма от 30,0 до 50,0 мм и высоты паза золотника от 30,0 до 50,0 мм значение мощности привода возрастает с 0,4 до 1,5 Вт» [94].

График зависимости мощности привода при частоте вращения 60 мин⁻¹ в зависимости от диаметра золотника и высота паза золотника изображен на рисунке 2.16.

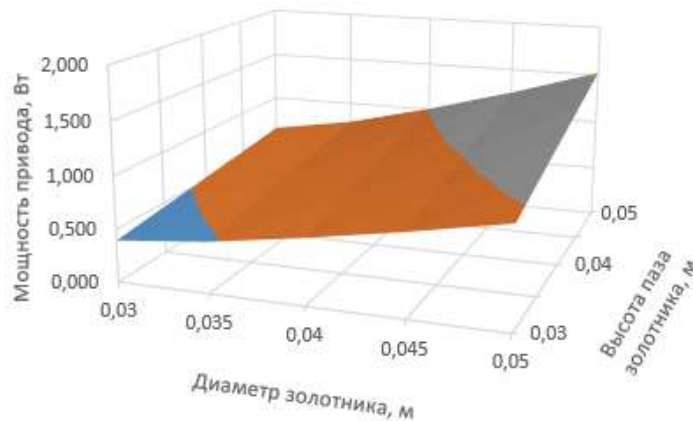


Рисунок 2.16 - График зависимости мощности привода пульсатора от высоты паза и диаметра золотника

Выводы

1. Разработана конструктивная схема механического пульсатора адаптивного доильного аппарата, новизна которого подтверждена патентом (№2539957)
2. Значения времени включения такта сжатия и времени включения такта сосания зависят от коэффициента вязкости среды η , длины вакуумного канала l_k , объема

камеры управления $V_{ку}$, абсолютного давления в межстенной камере доильного стакана $P_{м.к.}$ и диаметра канала d_k . Установлено, что с изменением диаметра канала от 3,0 до 8,0 мм и длины канала от 0,5 до 1,3 м время включения такта сжатия изменяется в пределах от 0,00137 до 0,026638 с, а время включения такта сосания изменяется в пределах от 0,00116 до 0,02256 с.

3. На основании исследований было определено соотношение тактов сосания и сжатия в зависимости от перемещения золотника в корпусе пульсатора по вертикали. Изменение соотношения тактов зависит от диаметра канала, равного толщине разделительной пластины, $d_{омб}$, диаметра золотника d_l , высоты паза золотника h , смещения x_{ds} разделительной пластины в верхней плоскости золотника, смещения x_{dn} разделительной пластины в нижней плоскости золотника. При условии, что высота паза h рабочей камеры золотника равна 30,0 мм, диаметр золотника $d_l=50,0$ мм, смещения x_{dn} и x_{ds} равны 0, определено, что с изменением перемещения золотника в вертикальной плоскости корпуса пульсатора на расстояние 0,004-0,026 м, от времени включения тактов в интервале 0,001-0,03 с и от изменения длины канала в пределах 0,5-1,3 м соотношение тактов варьирует в пределах от 23,31:76,69 до 68,16:31,84.

4. Определена необходимая жесткость пружины, параметры которой зависят от подаваемого давления под шток пульсатора, требуемого для нужного перемещения исполнительного механизма в вертикальной плоскости, и от конструктивных параметров золотника. Определено, что с изменением диаметра исполнительного механизма пульсатора в диапазоне 30,0-50,0 мм с интервалом варьирования высоты паза золотника от 30,0 до 50,0 мм значение жесткости пружины без учета силы трения золотника о внутреннюю поверхность корпуса пульсатора изменяется в диапазоне от 911,9 до 1975,2 Н/м.

5. Мощность $P_{пр}$ привода исполнительного механизма пульсатора напрямую зависит от диаметра d_l и высоты паза h золотника, силы трения $F_{мпз}$, частоты вращения золотника. Выявлено, что с учетом частоты вращения исполнительного механизма 60 об/мин, при увеличении диаметра исполнительного механизма от 30,0 до 50,0 мм и высоты паза золотника от 30,0 до 50,0 мм значение мощности привода возрастает с 0,4 до 1,5 Вт.

3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ МЕХАНИЧЕСКОГО ПУЛЬСАТОРА АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

3.1 Методика исследований

Проведенные теоретические исследования рабочего процесса адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором подтверждают, что основное условие работоспособности аппарата - удержание конструкции на вымени, а также обеспечение заданного режима доения, которое в максимальной степени копирует физиологические особенности вымени коров. При выполнении этих условий учитывают множество факторов.

На основании этого задачами экспериментального исследования адаптивного доильного аппарата стали:

- проверка теоретических выкладок;
- определение ряда физических величин;
- оптимизация конструктивно-режимных параметров пульсатора адаптивного доильного аппарата.

В соответствии с поставленной задачей программа работы выполняемого исследования следующая:

- Проверка теоретических положений по определению времени включения тактов;
- Проверка теоретических положений по определению соотношения тактов пульсатора;
- Проверка теоретических положений по определению перемещения исполнительного механизма по высоте в зависимости от вакуумметрического давления под штоком;
- Проверка теоретических положений по определению мощности привода золотника пульсатора;
- Установление закономерности изменения частоты пульсаций и соотношения тактов в зависимости от конструктивных параметров пульсатора.

Как следует из программы, с учетом теоретических выкладок и особенностей разработанной конструкции пульсатора (рисунок 3.1), мы изготовили макетный образец и некоторые детали, которые в дальнейшем подвергались нами исследованиям для улучшения конструктивно-режимных параметров. Проведение испытаний проходило с использованием контрольно-измерительных приборов [94, 97].



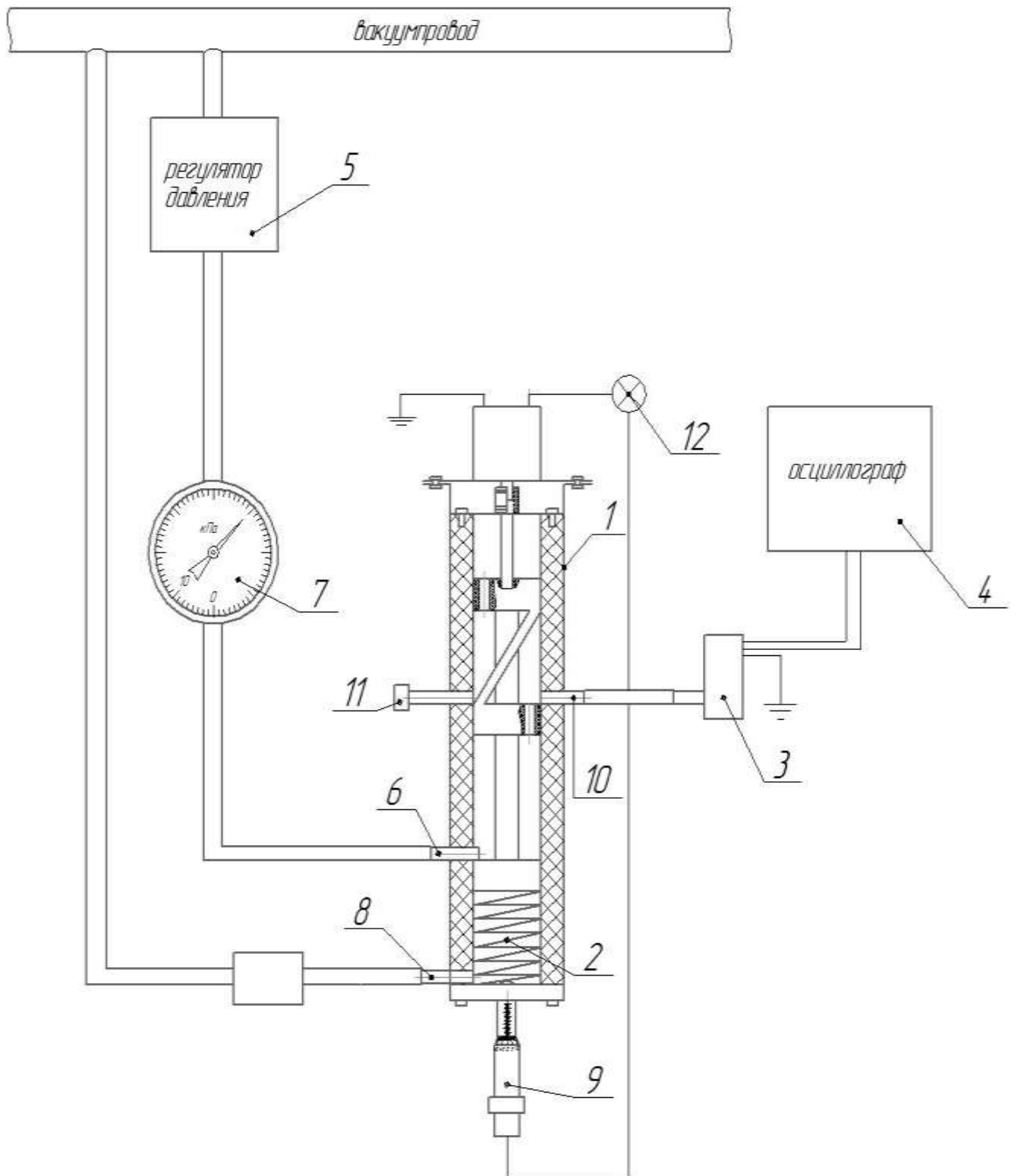
1 – пульсатор в сборе, 2, 3, 4, 6 – патрубки, 5 – электродвигатель, 7 – золотник, 8 – пружина, 9 – шайба проставочная, 10 – корпус пульсатора, 11 – вал шлицевой

Рисунок 3.1. Механический пульсатор доильного аппарата

В ходе исследований применялись методы регрессионного и корреляционного анализа. Адекватность теоретических и экспериментальных положений осуществляли по критерию Фишера [98, 102, 103, 104, 105].

3.2. Методика определения времени включения такта

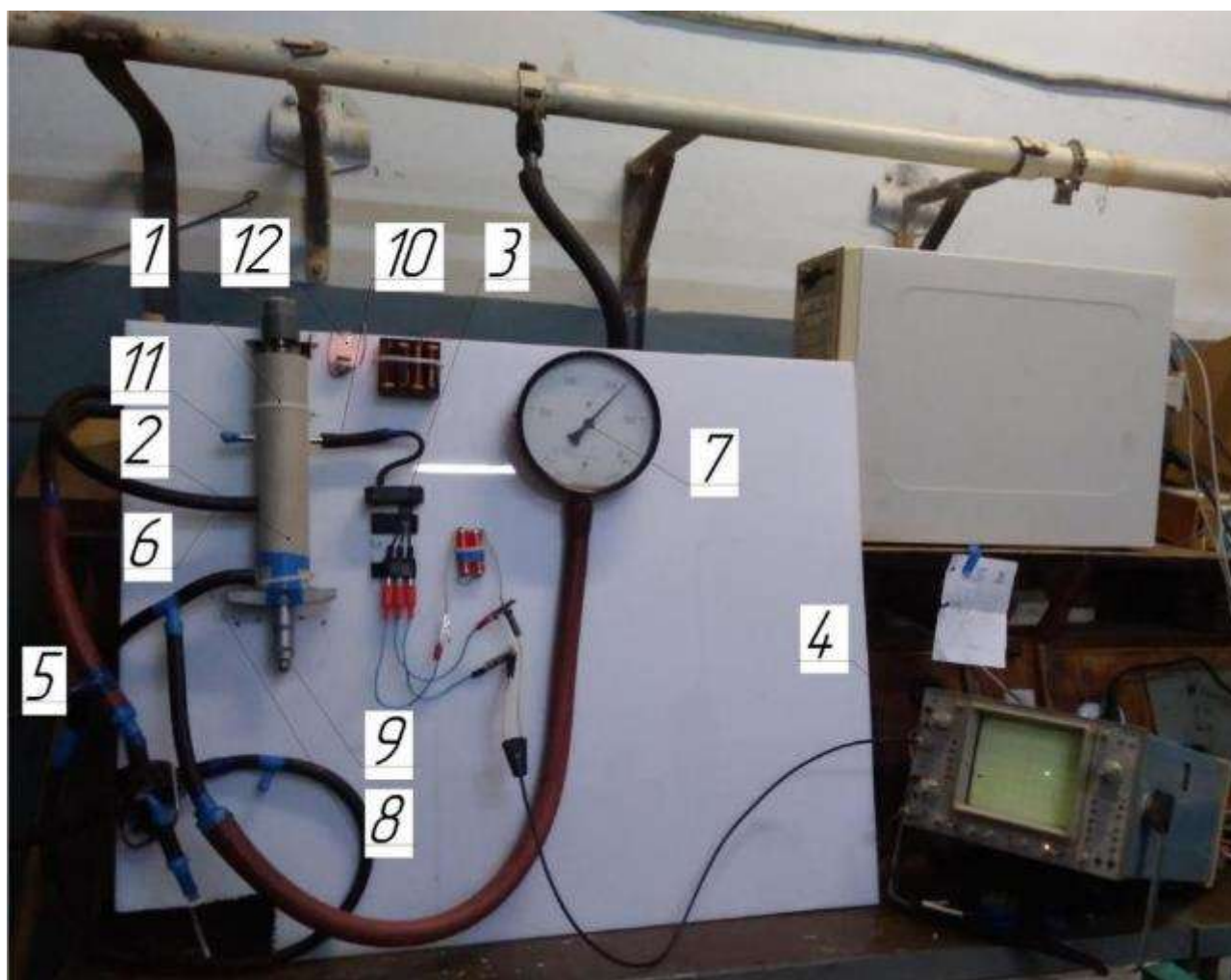
Зависимость изменения времени включения такта от диаметра и длины канала, сообщаемого с распределительной камерой коллектора, мы определяли при помощи лабораторной установки, схема которой изображена на рисунке 3.2.



1 – корпус пульсатора, 2 – пружина, 3 – датчик, 4 – осциллограф, 5 – регулятор давления, 6, 8, 10 – патрубков, 7 – вакуумметр, 9 – микрометрический глубиномер, 11 – заглушка, 12 – лампочка

Рисунок 3.2 – Схема лабораторной установки для определения времени включения такта

Экспериментальная установка состоит из пульсатора доильного аппарата, закрепленного неподвижно, патрубок 8 соединен с источником вакуумметрического давления через регулятор 5. Для регистрации давления стенд снабжен вакуумметром марки ВП4-УУ2, соединяемым с патрубком 6, и датчиком 3, соединяемым с патрубком 10 и подключенным к осциллографу 4 марки С1-93. Под золотником установлена пружина 2, ход которой равен высоте паза золотника. Для регистрации положения золотника по высоте внутри корпуса пульсатора внизу установлен микрометрический глубиномер 9 марки ГМЦ-100 0,01. Точность измерения $\pm 0,01$ мм.



1 – корпус пульсатора, 2 – пружина, 3 – датчик, 4 – осциллограф, 5 – регулятор давления, 6, 8, 10 – патрубок, 7 – вакуумметр, 9 – микрометрический глубиномер, 11 – заглушка, 12 - лампочка

Рисунок 3.3 – Лабораторная установка по определению времени включения такта

Для того, чтобы установить характер зависимости времени включения такта от диаметра и длины канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора, нами был проведен факторный эксперимент.

Предельные интервалы варьирования факторов сведены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Предельные интервалы варьирования факторов

Факторы	Диаметр канала, м	Длина канала, м
Принятое обозначение	$d_{отв}$	l_k
Обозначение в МФЭ	x_3	x_4
Верхний предел (1)	0,013	2,0
Основной уровень (0)	0,008	1,5
Нижний предел (-1)	0,003	1,0

Согласно методике проведения многофакторного эксперимента составлена матрица варьирования факторов (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Матрица эксперимента

№ опыта	x_1	x_2
1	1	1
2	1	-1
3	-1	1
4	-1	-1
5	0	0
6	1	0
7	-1	0
8	0	1
9	0	-1

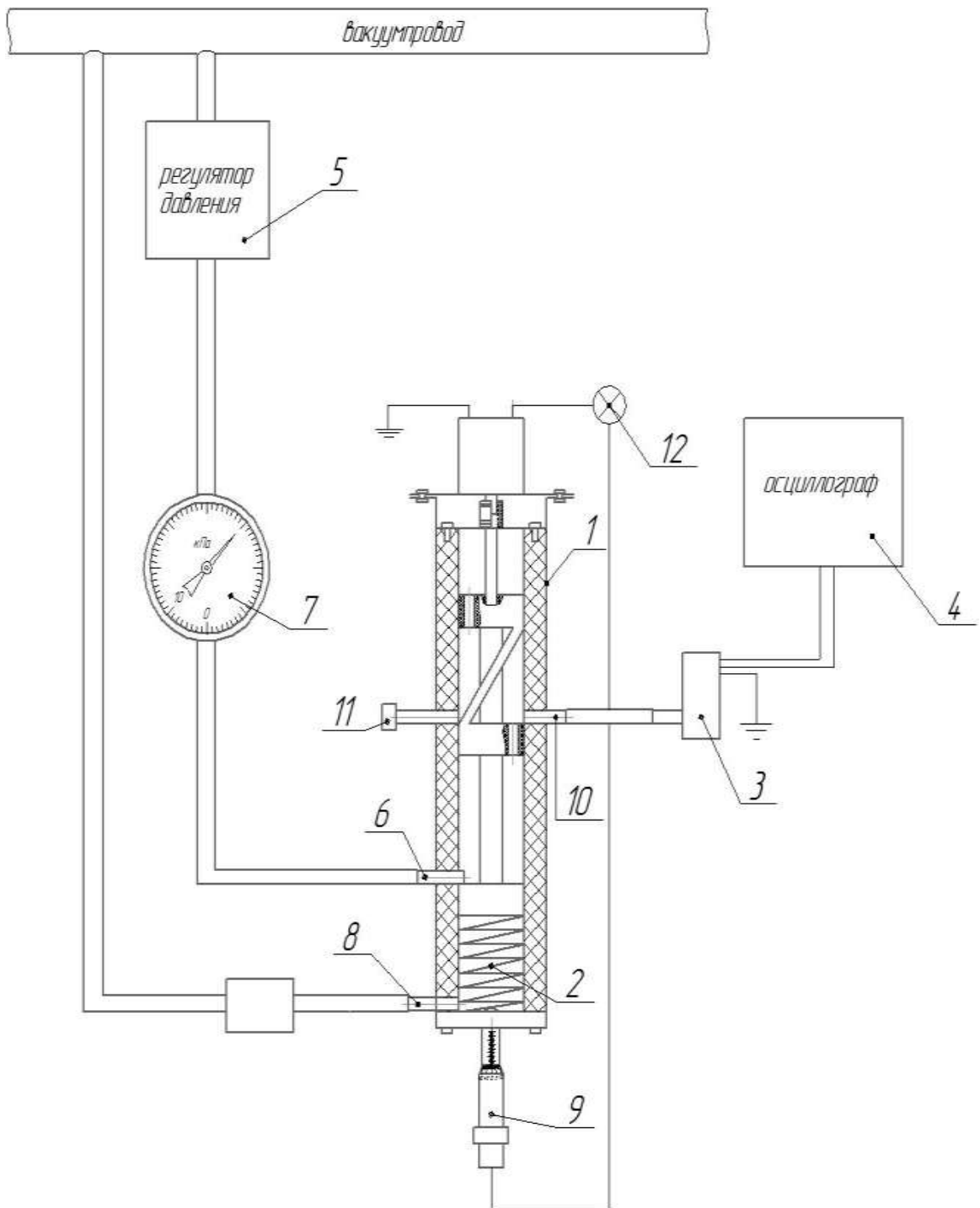
Исследования проводили следующим образом. Подключали питание к приводу золотника пульсатора. Запускали вакуумную линию. После установления номинального вакуумметрического давления проводили считывания показаний. При помощи регулятора давления устанавливали вакуумметрическое давление под штоком золотника $20,0 \pm 2,0$ кПа, тем самым перемещая исполнительный механизм для того, чтобы патрубок 10 находился на уровне середины камер вакуумметрического и атмосферного давления. При помощи микрометрического глубиномера фиксировали положение золотника по высоте. При соприкосновении штока и глубиномера загоралась лампочка, подключенная к корпусу двигателя и глубиномеру через минусовой провод. При помощи осциллографа фиксировали на графике

время включения такта. Каждый режим записывали при помощи программы на ноутбуке. Исследования проводили с трехкратной повторностью с диаметром канала патрубка 10, равному толщине пластины, изменяемому от 3,0 до 13,0 \pm 1,0 мм с шагом 1,0 мм и изменением длины канала от 1,00 до 2,00 \pm 0,01 м с шагом 0,25 м. Эксперимент проводили с учетом высоты паза золотника от 30,0 до 50,0 \pm 1,0 мм с шагом 5,0 мм, диаметре золотника от 30,0 до 50,0 \pm 1,0 мм, частоте вращения 40,0-80,0 \pm 5,0 об/мин и вакуумметрическом давлении 48,0 \pm 2,0 кПа. После проведения опыта, анализируя полученные результаты, устанавливали время включения такта.

3.3. Методика определения соотношения тактов пульсатора

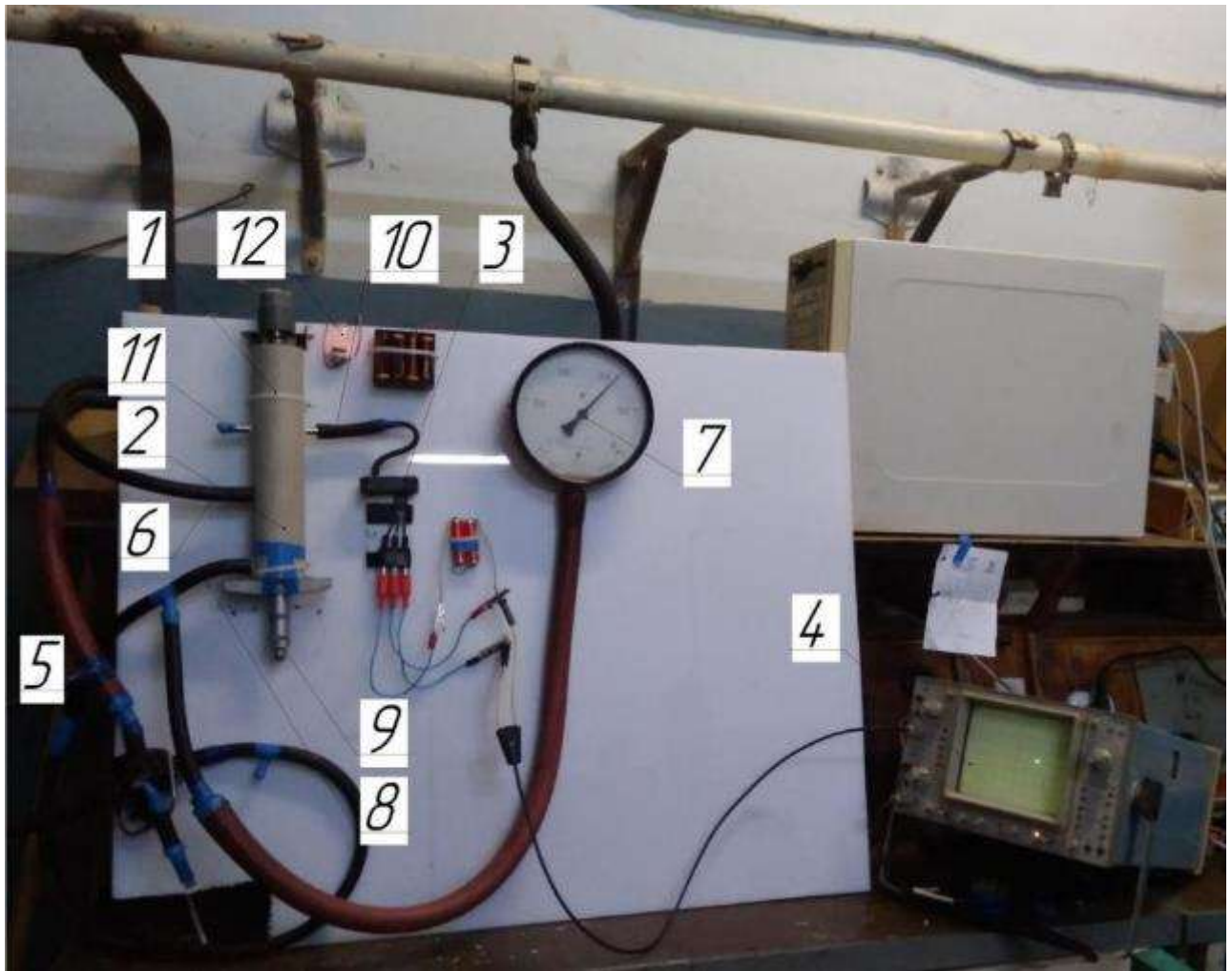
Зависимость изменения соотношения тактов от высоты паза золотника, его положения в корпусе пульсатора относительно каналов, сообщаемых с распределительной камерой коллектора, толщины разделительной пластины камер вакуумметрического и атмосферного давления и ее смещения в нижней и верхней плоскости золотника, а также диаметра золотника мы определяли при помощи лабораторной установки, схема которой изображена на рисунке 3.4.

Экспериментальная установка состоит из пульсатора доильного аппарата, закрепленного неподвижно, патрубок 8 соединен с источником вакуумметрического давления через регулятор 5. Для регистрации давления стенд снабжен вакуумметром марки ВП4-УУ2, соединяемым с патрубком 6, и датчиком 3, соединяемым с патрубком 10 и подключенным к осциллографу 4 марки С1-93. Под золотником установлена пружина 2, ход которой равен высоте паза золотника. Для регистрации положения золотника по высоте внутри корпуса пульсатора внизу корпуса пульсатора установлен микрометрический глубиномер 9 марки ГМЦ-100 0,01. Точность измерения \pm 0,01 мм.



1 – корпус пульсатора, 2 – пружина, 3 – датчик, 4 – осциллограф, 5 – регулятор давления, 6, 8, 10 – патрубок, 7 – вакуумметр, 9 – микрометрический глубиномер, 11 – заглушка, 12 – лампочка

Рисунок 3.4 – Схема лабораторной установки для определения соотношения тактов пульсатора



1 – корпус пульсатора, 2 – пружина, 3 – датчик, 4 – осциллограф, 5 – регулятор давления, 6, 8, 10 – патрубков, 7 – вакуумметр, 9 – микрометрический глубиномер, 11 – заглушка, 12 - лампочка

Рисунок 3.5 – Лабораторная установка по определению соотношения тактов

Для того, чтобы установить характер зависимости соотношения тактов пульсатора от высоты паза золотника, положения золотника по высоте относительно каналов, сообщающихся с распределительной камерой коллектора, толщины пластины, разделяющей камеры вакуумметрического и атмосферного давления и ее смещения в нижней и верхней плоскости золотника, а также диаметра золотника, нами был проведен факторный эксперимент.

Предельные интервалы варьирования факторов сведены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Предельные интервалы варьирования факторов

Факторы	Высота паза золотника, м	Положение золотника по высоте, м	Толщина пластины, м	Диаметр золотника, м	Смещение пластины в нижней плоскости золотника, м	Смещение пластины в верхней плоскости золотника, м
Принятое обозначение	h	z	s ₁	d ₁	x _{dn}	x _{ds}
Обозначение в МФЭ	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆
Верхний предел (1)	0,05	0,03	0,013	0,05	0,012	0,012
Основной уровень (0)	0,04	0,02	0,008	0,04	0,006	0,006
Нижний предел (-1)	0,03	0,01	0,003	0,03	0	0

Согласно методике проведения многофакторного эксперимента составлена матрица варьирования факторов (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Матрица эксперимента

№ опыта	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆
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	1	-1	1	1	1
6	1	1	1	-1	1	1
7	1	1	1	1	-1	1
8	1	1	1	1	1	-1
9	-1	-1	1	1	1	1
10	-1	1	-1	1	1	1
11	-1	1	1	-1	1	1
12	-1	1	1	1	-1	1
13	-1	1	1	1	1	-1
14	1	-1	-1	1	1	1
15	1	-1	1	-1	1	1
16	1	-1	1	1	-1	1
17	1	-1	1	1	1	-1
18	1	1	-1	-1	1	1
19	1	1	-1	1	-1	1
20	1	1	-1	1	1	-1
21	1	1	1	-1	-1	1
22	1	1	1	-1	1	-1
23	1	1	1	1	-1	-1
24	-1	-1	-1	1	1	1
25	-1	-1	1	-1	1	1
26	-1	-1	1	1	-1	1

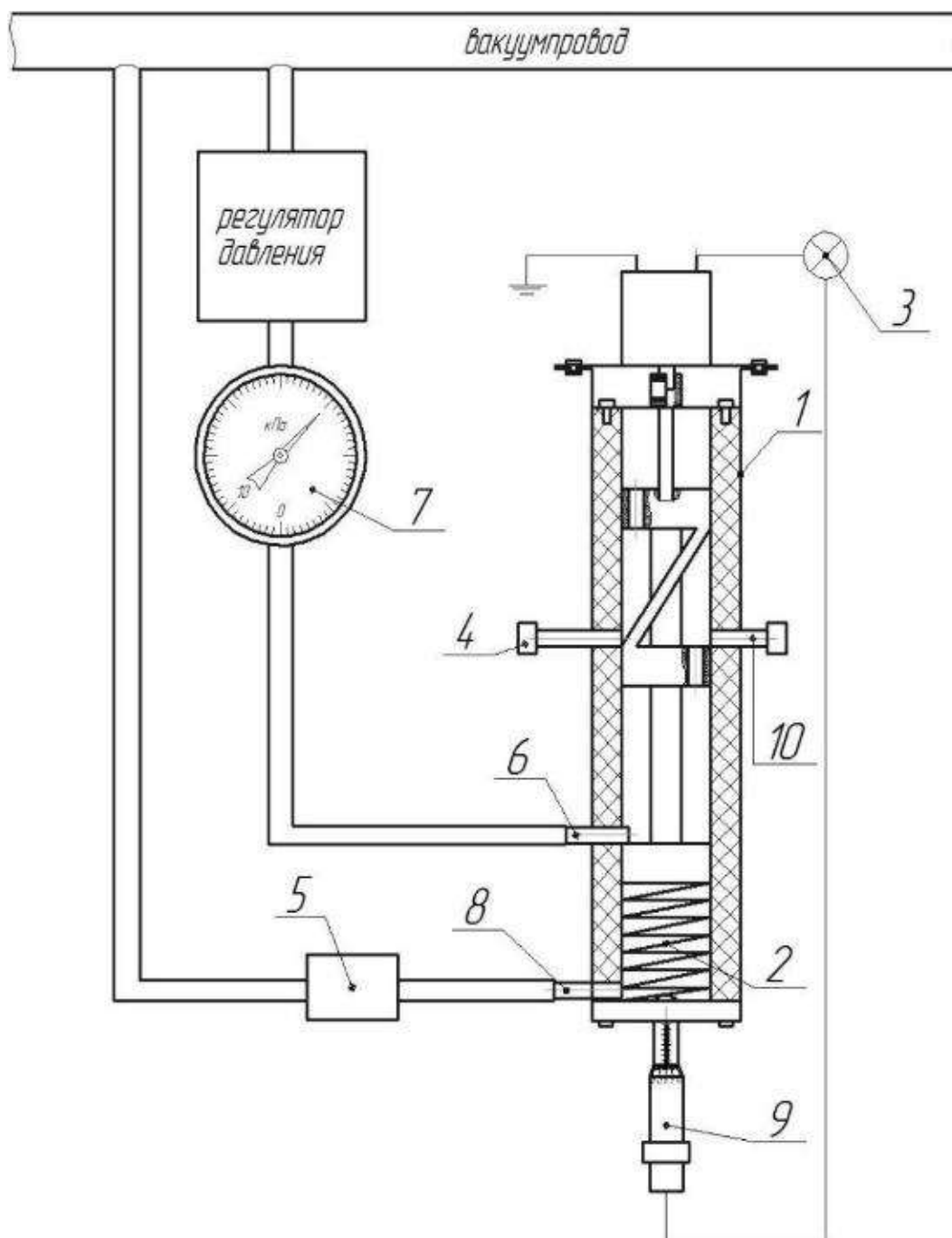
№ опыта	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆
27	-1	-1	1	1	1	-1
28	-1	1	-1	-1	1	1
29	-1	1	-1	1	-1	1
30	-1	1	-1	1	1	-1
31	-1	1	1	-1	-1	1
32	-1	1	1	1	-1	-1
33	-1	1	1	-1	1	-1
34	1	-1	-1	-1	1	1
35	1	-1	-1	1	-1	1
36	1	-1	-1	1	1	-1
37	1	-1	1	-1	-1	1
38	1	-1	1	1	-1	-1
39	1	-1	1	-1	1	-1
40	1	1	-1	-1	-1	1
41	1	1	-1	1	-1	-1
42	1	1	-1	-1	1	-1
43	1	1	1	-1	-1	-1
44	-1	-1	-1	-1	1	1
45	-1	-1	-1	1	-1	1
46	-1	-1	1	-1	-1	1
47	-1	1	-1	-1	-1	1
48	1	-1	-1	-1	-1	1
49	-1	-1	-1	1	1	-1
50	-1	-1	1	-1	1	-1
51	-1	1	-1	-1	1	-1
52	1	-1	-1	-1	1	-1
53	-1	-1	1	1	-1	-1
54	-1	1	-1	1	-1	-1
55	1	-1	-1	1	-1	-1
56	-1	1	1	-1	-1	-1
57	1	-1	1	-1	-1	-1
58	1	1	-1	-1	-1	-1
59	-1	-1	-1	-1	-1	1
60	-1	-1	-1	-1	1	-1
61	-1	-1	-1	1	-1	-1
62	-1	-1	1	-1	-1	-1
63	-1	1	-1	-1	-1	-1
64	1	-1	-1	-1	-1	-1
65	1,7606	0	0	0	0	0
66	-1,7606	0	0	0	0	0
67	0	1,7606	0	0	0	0
68	0	-1,7606	0	0	0	0

№ опыта	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆
69	0	0	1,7606	0	0	0
70	0	0	-1,7606	0	0	0
71	0	0	0	1,7606	0	0
72	0	0	0	-1,7606	0	0
73	0	0	0	0	1,7606	0
74	0	0	0	0	-1,7606	0
75	0	0	0	0	0	1,7606
76	0	0	0	0	0	-1,7606
77	0	0	0	0	0	0

Исследования проводили следующим образом. Устанавливали по очереди золотник с диапазоном изменения соотношения тактов сосания и сжатия от 70:30 до 30:70 с шагом 10,0 %. Подключали питание к приводу золотника пульсатора. Запускали вакуумную линию. После установления номинального вакуумметрического давления проводили считывания показаний. При помощи регулятора давления устанавливали необходимое вакуумметрическое давление под штоком золотника от 0 до 40,0±2,0 кПа с шагом 5,0 кПа, тем самым перемещая исполнительный механизм. При помощи микрометрического глубиномера измеряли положение золотника по высоте. При соприкосновении штока и глубиномера загоралась лампочка, подключенная к корпусу двигателя и глубиномеру через минусовой провод. Зная положение золотника внутри корпуса, при помощи датчика 3 и осциллографа 4 регистрировали изменение соотношения тактов. Каждый режим записывали при помощи программы на ноутбуке. Исследования проводили с трехкратной повторностью с диаметром канала патрубка 10, равному толщине пластины, изменяемой от 3,0±0,1 до 13,0±0,1 мм с шагом 1,0 мм, смещением пластины в верхней и нижней плоскости золотника от 0 до 12,0±0,1 мм, изменением положения золотника по высоте от 10,0 до 30,0±1,0 мм с учетом высоты паза золотника, которая изменяется от 30,0 до 50,0±1,0 мм с шагом 5,0 мм, диаметре золотника от 30,0 до 50,0±1,0 мм. При этом интервал варьирования угла установки пластины при изменении конструктивных параметров находился в пределах от 30,0 до 60,0°±1,0°. После проведения опыта, анализируя полученные результаты, устанавливали требуемые конструктивные параметры для необходимого диапазона соотношения тактов пульсатора.

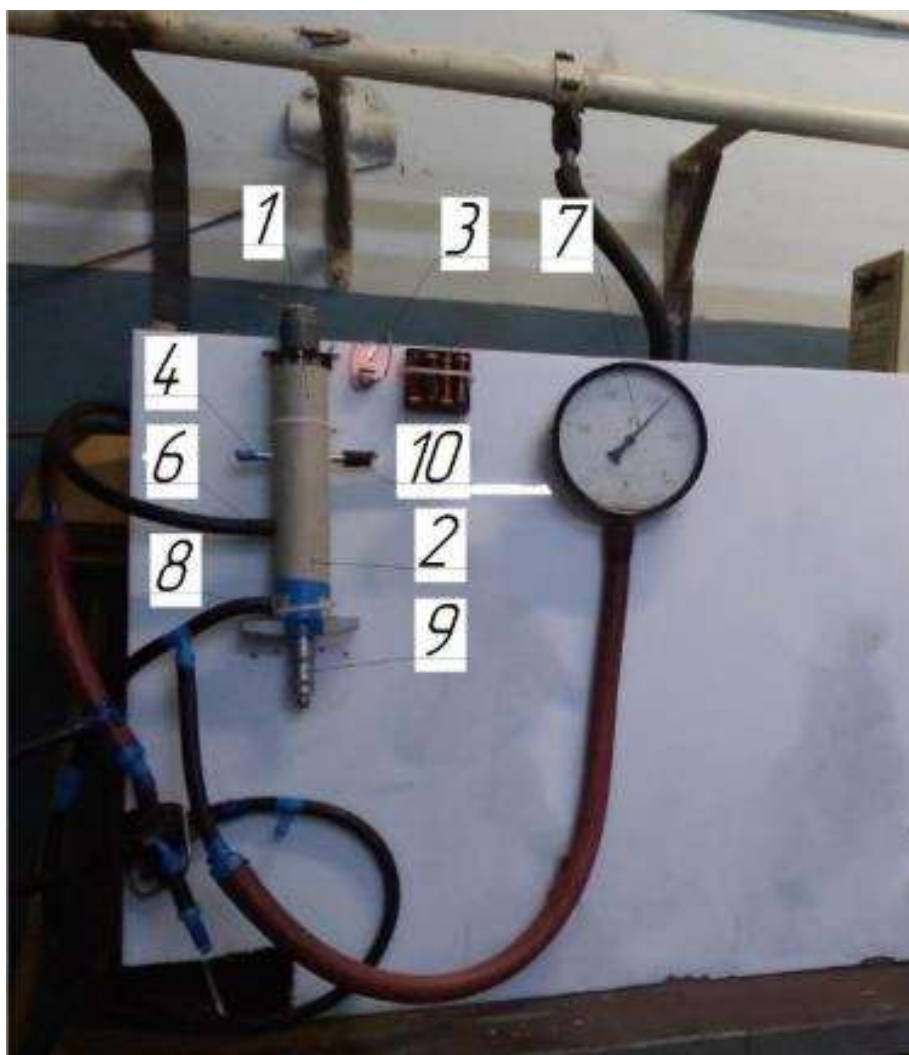
3.4 Методика определения перемещения золотника по высоте в зависимости от подаваемого вакуумметрического давления под шток.

Характеристики перемещения золотника в зависимости от подаваемого вакуумметрического давления под шток мы определяли при помощи лабораторной установки, схема которой изображена на рисунке 3.6.



1 – корпус пульсатора, 2 – пружина, 3 – лампочка, 4 – заглушка, 5 – регулятор давления, 6, 8, 10 – патрубок, 7 – вакуумметр, 9 – микрометрический глубиномер

Рисунок 3.6 – Схема лабораторной установки для определения перемещения золотника в зависимости от вакуумметрического давления под штоком



1 – корпус пульсатора, 2 – пружина, 3 – лампочка, 4 – заглушка, 5 – регулятор давления, 6, 8, 10 – патрубок, 7 – вакуумметр, 9 – микрометрический глубиномер

Рисунок 3.7 - Лабораторная установка для определения перемещения золотника в зависимости от вакуумметрического давления под штоком

Экспериментальная установка состоит из пульсатора доильного аппарата, закрепленного неподвижно, патрубок 8 соединен с источником вакуумметрического давления через регулятор. Для регистрации давления стенд снабжен вакуумметром марки ВП4-УУ2, соединенный с патрубком 6 и через регулятор давления с вакуумной линией. В нижней части корпуса пульсатора установлен микрометрический глубиномер 9 ГМЦ-100 0,01, контактирующий с сердцевинной золотника. Перемещение золотника по высоте ограничено патрубком 6, контактирующим со штоком, причем высота паза золотника равна ходу штока. Вал привода золотника пульса-

тора и микрометр подключены к источнику электрической энергии, причем расстояние фиксируется после соприкосновения сердцевины штока и иглы глубиномера. При соприкосновении электрическая цепь замыкается и загорается лампочка. Точность измерения $\pm 0,01$ мм.

Для того, чтобы установить характер зависимости перемещения золотника по высоте в зависимости от подаваемого вакуумметрического давления под шток, диаметра золотника и жёсткости пружины, нами был проведен факторный эксперимент.

Пределы изменения факторов представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Пределы изменения факторов эксперимента

Факторы	Вакуумметрическое давление, кПа	Диаметр золотника, м	Жёсткость пружины, Н/м
Принятое обозначение	P	d_1	k
Обозначение в МФЭ	x_1	x_2	x_3
Верхний предел (1)	40,0	0,05	2000,0
Основной уровень (0)	20,0	0,04	1500,0
Нижний предел (-1)	0	0,03	1000,0

Согласно методике проведения многофакторного эксперимента составлена матрица варьирования факторов (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Матрица эксперимента

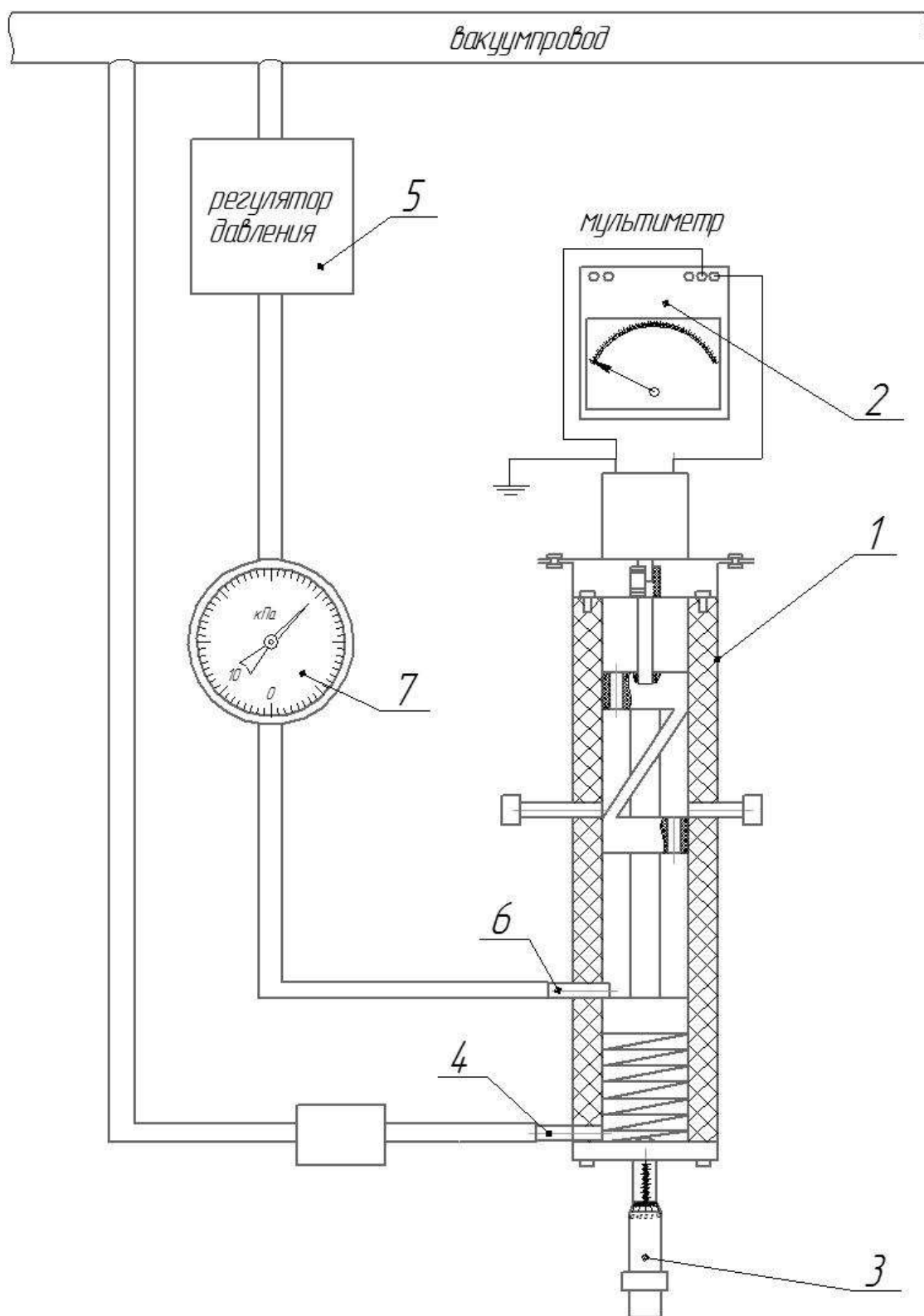
№ опыта	x_1	x_2	x_3
1	1	1	1
2	-1	1	1
3	1	-1	1
4	-1	-1	1
5	1	1	-1
6	-1	1	-1
7	1	-1	-1
8	-1	-1	-1
9	1,2154	0	0
10	-1,2154	0	0
11	0	1,2154	0
12	0	-1,2154	0
13	0	0	1,2154
14	0	0	-1,2154
15	0	0	0

Исследования проводили следующим образом. На стенд устанавливали пульсатор с параметрами согласно матрице планирования эксперимента. Подключали питание к приводу золотника пульсатора. Запускали вакуумную линию. После установления номинального вакуумметрического давления проводили считывания показаний. При помощи регулятора изменения вакуумметрического давления подавали под шток золотника требуемое вакуумметрическое давление. При помощи микрометрического глубиномера фиксировали положение золотника по высоте. Каждый режим записывали при помощи программы на ноутбуке.

Исследования проводили с трехкратной повторностью с диаметром золотника, изменяемым от 30,0 до $50,0 \pm 1,0$ мм, жесткостью пружины в интервале варьирования от 1000,0 до $2000,0 \pm 10,0$ Н/м и давлением вакуума, подаваемым в область пневмоцилиндра пульсатора под штоком золотника для перемещения данного исполнительного механизма в вертикальной плоскости внутри корпуса пульсатора, интервал изменения которого от 0 до $40,0 \pm 2,0$ кПа. После проведения опыта, анализируя полученные результаты, устанавливали диапазон значений вакуумметрического давления, которое нужно подавать под шток для требуемого перемещения золотника, и необходимую жесткость пружины.

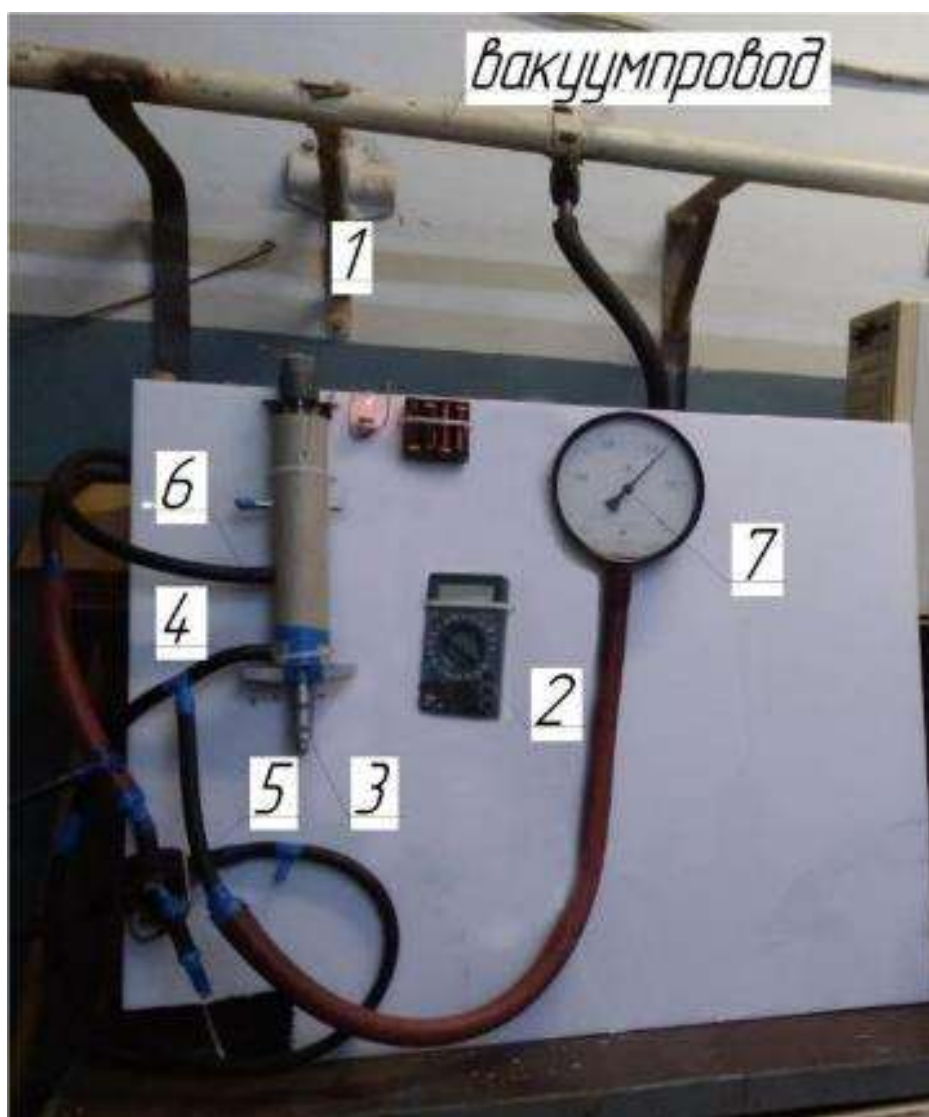
3.5. Методика определения потребной мощности привода золотника пульсатора

Зависимость изменения потребной мощности привода золотника пульсатора от диаметра и высоты паза золотника, частоты вращения и вакуумметрического давления определяли с помощью экспериментальной установки, схема которой изображена на рисунке 3.8. Для данного эксперимента в качестве привода пульсатора использовался электродвигатель.



1 – корпус пульсатора, 2 – мультиметр, 3 – микрометрический глубиномер,
 4 – патрубок камеры управления, 5 – регулятор давления, 6 – патрубок камеры
 вакуумметрического давления, 7 – вакуумметр

**Рисунок 3.8 – Схема лабораторной установки для определения
 необходимой мощности привода золотника пульсатора**



1 – корпус пульсатора, 2 – мультиметр, 3 – микрометрический глубиномер, 4 – патрубок камеры управления, 5 – регулятор давления, 6 – патрубок камеры вакуумметрического давления, 7 - вакуумметр

Рисунок 3.9– Лабораторная установка по определению мощности привода пульсатора

Экспериментальная установка состоит из «пульсатора 1 доильного аппарата, закрепленного неподвижно, патрубки 4 и 6 соединены с источником вакуумметрического давления, причем патрубки соединены через регулятор вакуумметрического давления. Для регистрации давления стенд снабжен вакуумметром 7 марки ВП4-УУ2, подключенным к патрубку 6» [88]. К приводу золотника пульсатора подключен мультиметр 2 марки IEK Universal M832, настроенный на измерение силы

тока и напряжения, измеряющий значения этих показателей при изменении вакуумметрического давления в камере пульсатора в диапазоне 33,0-48,0±2,0 кПа, диаметра золотника в пределах 30,0-50,0±1,0 мм и частоты вращения золотника в диапазоне 40,0-80,0±5,0 об/мин. Точность измерения ±0,2 А и ±0,12 В.

Для того, чтобы установить характер зависимости мощности привода пульсатора от вакуумметрического давления, частоты пульсаций, диаметра и высоты паза золотника, нами был проведен факторный эксперимент.

Пределы изменения факторов представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Пределы изменения факторов эксперимента

Факторы	Вакуумметрическое давление, кПа	Диаметр золотника, м	Частота вращения, с ⁻¹	Высота паза золотника, м
Принятое обозначение	P	d ₁	n	h
Обозначение в МФЭ	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄
Верхний предел (1)	48,0	0,05	1,33	0,05
Основной уровень (0)	40,0	0,04	1,00	0,04
Нижний предел (-1)	33,0	0,03	0,67	0,03

Согласно методике проведения многофакторного эксперимента составлена матрица варьирования факторов (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Матрица эксперимента

№ опыта	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄
1	1	1	1	1
2	-1	1	1	1
3	1	-1	1	1
4	-1	-1	1	1
5	1	1	-1	1
6	-1	1	-1	1
7	1	-1	-1	1
8	-1	-1	-1	1
9	1	1	1	-1
10	-1	1	1	-1
11	1	-1	1	-1
12	-1	-1	1	-1
13	1	1	-1	-1
14	-1	1	-1	-1
15	1	-1	-1	-1
16	-1	-1	-1	-1

№ опыта	x_1	x_2	x_3	x_4
17	1,4142	0	0	0
18	-1,4142	0	0	0
19	0	1,4142	0	0
20	0	-1,4142	0	0
21	0	0	1,4142	0
22	0	0	-1,4142	0
23	0	0	0	1,4142
24	0	0	0	-1,4142
25	0	0	0	0

Исследования проводили следующим образом. Подключали питание к приводу золотника пульсатора, параллельно подключая мультиметр. Запускали вакуумную линию. После установления номинального вакуумметрического давления проводили считывания показаний. При помощи регулятора давления меняли значение вакуумметрического давления в зоне золотника, а также частоту вращения, диаметр и высоту паза золотника согласно матрице планирования эксперимента для установления зависимости изменения мощности привода золотника пульсатора.

Потребную мощность определяли по формуле:

$$P = f(d_1, P_{\text{вак}}, n, h) \quad (3.1)$$

где P – мощность привода золотника пульсатора, Вт;

d_1 – диаметр золотника, м;

$P_{\text{вак}}$ – вакуумметрическое давление, Па;

n – частота вращения золотника, с^{-1} ;

h – высота паза золотника, м.

Каждый режим записывали. Исследования проводили с трехкратной повторностью. После проведения опыта, анализируя полученные результаты, устанавливали необходимую мощность привода золотника пульсатора.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕХАНИЧЕСКОГО ПУЛЬСАТОРА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

4.1. Результаты исследований по определению времени включения тактов

Исследования проводили в соответствии с методикой, изложенной в разделе 3.1 с трехкратной повторностью.

Как следует из теоретических исследований время включения тактов зависит от вакуумметрического давления, диаметра и длины канала, соединяемого с распределительной камерой коллектора. С увеличением вакуумметрического давления время включения тактов уменьшается. В связи с этим эксперимент проводили при вакуумметрическом давлении $48,0 \pm 2,0$ кПа.

В результате выполнения факторного эксперимента по определению времени включения тактов установлено, что экспериментальная модель для такта сжатия в достаточной степени может быть представлена в виде уравнения регрессии, которое можно представить как (приложение Г):

$$Y = 0,047 - 16,235x_1 + 0,062x_2 - 5,26x_1x_2 + 1015,3x_1^2 - 0,001x_2^2 \quad (4.1)$$

где Y - время включения такта сжатия, с;

x_1 - диаметр канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора, м;

x_2 - длина канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора, м.

В раскодированном виде уравнение имеет вид:

$$Y = 0,047 - 16,235d_{отв} + 0,062l_k - 5,26d_{отв}l_k + 1015,3d_{отв}^2 - 0,001l_k^2 \quad (4.2)$$

где $d_{отв}$ - диаметр канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора, м;

l_k - длина канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора, м.

В свою очередь, экспериментальная модель для такта сосания в достаточной степени может быть представлена в виде уравнения регрессии, которое можно представить как (Приложение Д):

$$Y = 0,043 - 14,647x_1 + 0,048x_2 - 6,45x_1x_2 + 997,3x_1^2 + 0,013x_2^2 \quad (4.3)$$

где Y - время включения такта сосания, с;

x_1 - диаметр канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора, м;

x_2 - длина канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора, м.

В раскодированном виде уравнение имеет вид:

$$Y = 0,043 - 14,647d_{отв} + 0,048l_k - 6,45d_{отв}l_k + 997,3d_{отв}^2 + 0,013l_k^2 \quad (4.4)$$

где $d_{отв}$ - диаметр канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора, м;

l_k - длина канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора, м.

Мы выполнили расчёт на ПК, тем самым определив значения времени включения тактов от диаметра и длины каналов, сообщаемых с распределительной камерой коллектора, при вакуумметрическом давлении $48,0 \pm 2,0$ кПа, а после, используя полученные данные, расчеты уравнений 4.1 и 4.3.

Графический вариант расчетов по уравнению 4.1 представлены нами на рисунке 4.1.

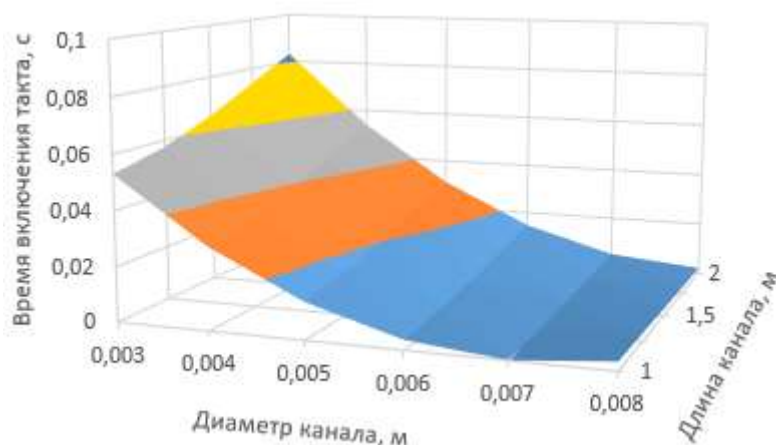


Рисунок 4.1 - Зависимость изменения времени включения такта сжатия от диаметра и длины канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора

Графический вариант расчетов по уравнению 4.3 представлены нами на рисунке 4.2.

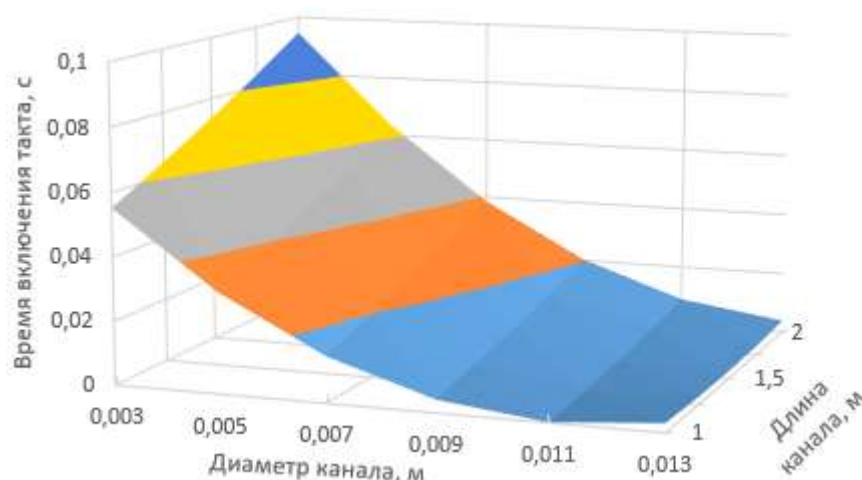


Рисунок 4.2 - Зависимость изменения времени включения такта сосания от диаметра и длины канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора

Адекватность теоретических (2.18) и (2.19) и экспериментальных (4.1) и (4.3) уравнений оценивалась по критерию Фишера. Расчет показывает, что уравнения идентичны [98, 100]. Фактические значения критерия не превышают 2,06, тогда как табличное значение F-критерия Фишера равно 3,40. На основании этого можно судить о достоверности теоретических уравнений, полученных нами для определения времени включения тактов в зависимости от диаметра и длины каналов, сообщающих пульсатор с распределительной камерой коллектора.

В исследованиях известных ученых, таких как Гупфауэр М., Карташов Л.П., Королёв В.Ф., Цой Ю.А. и др., и из опыта эксплуатации известных доильных установок, указано, что рекомендуемое время включения такта при 60 пульсациях в минуту составляет около 0,060 с.

Согласно данным эксперимента, данное время включения такта при длине канала 1,25 м обеспечивается при его диаметре, равном 3,1 мм.

4.2. Результаты исследований по определению соотношения тактов пульсатора

Исследования проводили в соответствии с методикой, изложенной в разделе 3.3 с трехкратной повторностью с диаметром канала патрубка 2, равному толщине пластины.

Как следует из теоретических исследований соотношение тактов зависит от размеров диаметра и высоты паза золотника, толщины пластины, разделяющей камеры вакуумметрического и атмосферного давления, равной по размеру диаметру отверстия для поступления давления, смещения пластины в нижней и верхней плоскости золотника, расположения золотника относительно каналов, сообщаемых с распределительной камерой коллектора. В совокупности выше перечисленные параметры влияют на угол установки разделительной пластины и диапазон регулирования соотношения тактов.

В результате выполнения факторного эксперимента по определению соотношения тактов установлено, что экспериментальная модель в достаточной степени может быть представлена в виде уравнения регрессии, которое можно представить как (приложение Е):

$$\begin{aligned}
 Y = & 49,36 + 0,58 \cdot x_1 - 14,95 \cdot x_2 - x_3 - 1,157 \cdot x_4 + 5,9552 \cdot x_5 - 4,2 \cdot x_6 - 2,43 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,18 \cdot x_1 \cdot x_3 + \\
 & + 1,13 \cdot x_1 \cdot x_4 + 0,77 \cdot x_1 \cdot x_5 - 1,11 \cdot x_1 \cdot x_6 + 3,76 \cdot x_2 \cdot x_3 - 2,52 \cdot x_2 \cdot x_4 + 2,91 \cdot x_2 \cdot x_5 + 3,67 \cdot x_2 \cdot x_6 - \\
 & - 0,009 \cdot x_3 \cdot x_4 + 0,22 \cdot x_3 \cdot x_5 - 0,1 \cdot x_3 \cdot x_6 - 0,42 \cdot x_4 \cdot x_5 + 0,46 \cdot x_4 \cdot x_6 - 1,28 \cdot x_5 \cdot x_6 - 0,37 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + \\
 & + 0,15 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_4 + 2,14 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 + 0,65 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_6 - 0,11 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_4 - 1,27 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_5 - 0,54 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_6 - \\
 & - 0,35 \cdot x_1 \cdot x_4 \cdot x_5 + 0,43 \cdot x_1 \cdot x_4 \cdot x_6 + 1,86 \cdot x_1 \cdot x_5 \cdot x_6 + 2,38 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 - 0,29 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_5 - 1,79 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_6 - \\
 & - 0,96 \cdot x_2 \cdot x_4 \cdot x_5 - 2,45 \cdot x_2 \cdot x_4 \cdot x_6 + 0,16 \cdot x_2 \cdot x_5 \cdot x_6 + 0,53 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 + 1,26 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_6 + 0,1 \cdot x_3 \cdot x_5 \cdot x_6 + \\
 & + 0,06 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 - 1,16 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 - 0,15 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_5 - 0,3 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_4 \cdot x_5 - 0,4 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 - \\
 & - 0,31 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 + 0,61 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_6 + 0,46 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_4 \cdot x_6 - 1,86 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_6 + 0,45 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_6 - \\
 & - 0,03 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_5 \cdot x_6 - 1,05 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_5 \cdot x_6 + 1,11 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_5 \cdot x_6 - 0,1 \cdot x_1 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 + 0,06 \cdot x_2 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 - \\
 & - 1,24 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 + 1,65 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 + 0,15 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_6 - 0,96 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_5 \cdot x_6 - \\
 & - 0,95 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 + 0,92 \cdot x_1 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 + 0,81 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 - 0,08 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6 + \\
 & + 5,73 \cdot x_1^2 + 5,58 \cdot x_2^2 + 5,65 \cdot x_3^2 + 5,64 \cdot x_4^2 + 5,97 \cdot x_5^2 + 6,09 \cdot x_6^2,
 \end{aligned} \tag{4.5}$$

где Y - относительная продолжительность такта сосания, рад;

x_1 - высота паза золотника, м;

x_2 - положение золотника относительно каналов, сообщаемых с распределительной камерой коллектора, м;

x_3 - толщина пластины, равная диаметру канала, сообщаемого с распределительной камерой коллектора, м;

x_4 - диаметр исполнительного механизма, м;

x_5 - расстояние от внутренней поверхности корпуса пульсатора до линии крепления разделительной пластины к нижней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления, м;

x_6 - расстояние от внутренней поверхности корпуса пульсатора со стороны камеры постоянного вакуумметрического давления до линии крепления разделительной пластины к верхней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления, м.

В раскодированном виде уравнение имеет вид:

$$\begin{aligned}
 Y = & 49,36 + 0,58 \cdot h - 14,95 \cdot z - s_1 - 1,157 \cdot d_1 + 5,9552 \cdot x_{dn} - 4,2 \cdot x_{ds} - 2,43 \cdot h \cdot z + 0,18 \cdot h \cdot s_1 + 1,13 \cdot h \cdot d_1 + \\
 & + 0,77 \cdot h \cdot x_{dn} - 1,11 \cdot h \cdot x_{ds} + 3,76 \cdot z \cdot s_1 - 2,52 \cdot z \cdot d_1 + 2,91 \cdot z \cdot x_{dn} + 3,67 \cdot z \cdot x_{ds} - 0,009 \cdot s_1 \cdot d_1 + 0,22 \cdot s_1 \cdot x_{dn} - \\
 & - 0,1 \cdot s_1 \cdot x_{ds} - 0,42 \cdot d_1 \cdot x_{dn} + 0,46 \cdot d_1 \cdot x_{ds} - 1,28 \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} - 0,37 \cdot h \cdot z \cdot s_1 + 0,15 \cdot h \cdot z \cdot d_1 + 2,14 \cdot h \cdot z \cdot x_{dn} + \\
 & + 0,65 \cdot h \cdot z \cdot x_{ds} - 0,11 \cdot h \cdot s_1 \cdot d_1 - 1,27 \cdot h \cdot s_1 \cdot x_{dn} - 0,54 \cdot h \cdot s_1 \cdot x_{ds} - 0,35 \cdot h \cdot d_1 \cdot x_{dn} + 0,43 \cdot h \cdot d_1 \cdot x_{ds} + \\
 & + 1,86 \cdot h \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} + 2,38 \cdot z \cdot s_1 \cdot d_1 - 0,29 \cdot z \cdot s_1 \cdot x_{dn} - 1,79 \cdot z \cdot s_1 \cdot x_{ds} - 0,96 \cdot z \cdot d_1 \cdot x_{dn} - 2,45 \cdot z \cdot d_1 \cdot x_{ds} + \\
 & + 0,16 \cdot z \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} + 0,53 \cdot s_1 \cdot d_1 \cdot x_{dn} + 1,26 \cdot s_1 \cdot d_1 \cdot x_{ds} + 0,1 \cdot s_1 \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} + 0,06 \cdot d_1 \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} - 1,16 \cdot h \cdot z \cdot s_1 \cdot d_1 - \\
 & - 0,15 \cdot h \cdot z \cdot s_1 \cdot x_{dn} - 0,3 \cdot h \cdot z \cdot d_1 \cdot x_{dn} - 0,4 \cdot h \cdot s_1 \cdot d_1 \cdot x_{dn} - 0,31 \cdot z \cdot s_1 \cdot d_1 \cdot x_{dn} + 0,61 \cdot h \cdot z \cdot s_1 \cdot x_{ds} + \\
 & + 0,46 \cdot h \cdot z \cdot d_1 \cdot x_{ds} - 1,86 \cdot h \cdot s_1 \cdot d_1 \cdot x_{ds} + 0,45 \cdot z \cdot s_1 \cdot d_1 \cdot x_{ds} - 0,03 \cdot h \cdot z \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} - 1,05 \cdot h \cdot s_1 \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} + \\
 & + 1,11 \cdot z \cdot s_1 \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} - 0,1 \cdot h \cdot d_1 \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} + 0,06 \cdot z \cdot d_1 \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} - 1,24 \cdot s_1 \cdot d_1 \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} + 1,65 \cdot h \cdot z \cdot s_1 \cdot d_1 \cdot x_{dn} + \\
 & + 0,15 \cdot h \cdot z \cdot s_1 \cdot d_1 \cdot x_{ds} - 0,96 \cdot h \cdot z \cdot s_1 \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} - 0,95 \cdot h \cdot z \cdot d_1 \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} + 0,92 \cdot h \cdot s_1 \cdot d_1 \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} + \\
 & + 0,81 \cdot z \cdot s_1 \cdot d_1 \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} - 0,08 \cdot h \cdot z \cdot s_1 \cdot d_1 \cdot x_{dn} \cdot x_{ds} + 5,73 \cdot h^2 + 5,58 \cdot z^2 + 5,65 \cdot s_1^2 + 5,64 \cdot d_1^2 + \\
 & + 5,97 \cdot x_{dn}^2 + 6,09 \cdot x_{ds}^2, \tag{4.6}
 \end{aligned}$$

где h – высота паза исполнительного механизма, м;

z – положение золотника относительно каналов, сообщаемых с распределительной камерой коллектора, м;

s_1 – толщина пластины, которая равна диаметру канала, сообщаемого с распределительной камерой коллектора, м;

d_1 – диаметр исполнительного механизма, м;

x_{dn} - расстояние от внутренней поверхности корпуса пульсатора до линии крепления разделительной пластины к нижней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления, м;

x_{ds} - расстояние от внутренней поверхности корпуса пульсатора со стороны камеры постоянного вакуумметрического давления до линии крепления разделительной пластины к верхней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления, м.

Данное уравнение характеризует такт сосания. Так как смена режима осуществляется путём поворота золотника внутри корпуса, то уравнение для такта сжатия с учетом уравнения (4.5) можно представить в виде:

$$X=2\pi-Y, \quad (4.7)$$

где X – относительная продолжительность такта сжатия, рад.

Мы выполнили расчёт на ПК, тем самым определив значение соотношения тактов от перемещения исполнительного механизма пульсатора в вертикальной плоскости корпуса пульсатора, а после, используя полученные данные, расчеты уравнений 4.5 и 4.7.

Графический вариант расчетов можно представить, зафиксировав четыре фактора из шести на нулевом уровне согласно матрице, представленной в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Матрица фиксирования факторов на нулевом уровне

№	ФАКТОРЫ					
	h	z	s_I	d_I	x_{dn}	x_{ds}
1.	+	+	0	0	0	0
2.	+	0	+	0	0	0
3.	+	0	0	+	0	0
4.	+	0	0	0	+	0
5.	+	0	0	0	0	+
6.	0	+	+	0	0	0
7.	0	+	0	+	0	0
8.	0	+	0	0	+	0
9.	0	+	0	0	0	+
10.	0	0	+	+	0	0
11.	0	0	+	0	+	0
12.	0	0	+	0	0	+
13.	0	0	0	+	+	0
14.	0	0	0	+	0	+
15.	0	0	0	0	+	+

Результаты вычислений представлены нами в графическом виде на рисунках 4.3-4.14 с учетом представления соотношения тактов в общепринятом виде:

$$\left(\frac{Y}{2\pi} 100\%\right) : \left(\frac{X}{2\pi} 100\%\right). \quad (4.8)$$

В первом варианте, при условии $s_1=8,0$ мм, $d_1=40,0$ мм, $x_{dn}=6,0$ мм, $x_{ds}=6,0$ мм согласно матрице эксперимента, уравнение регрессии имеет вид:

$$Y=58,667+2050z-1816,667h-22500zh+5000z^2+20000h^2 \quad (4.9)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.3 и 4.4.

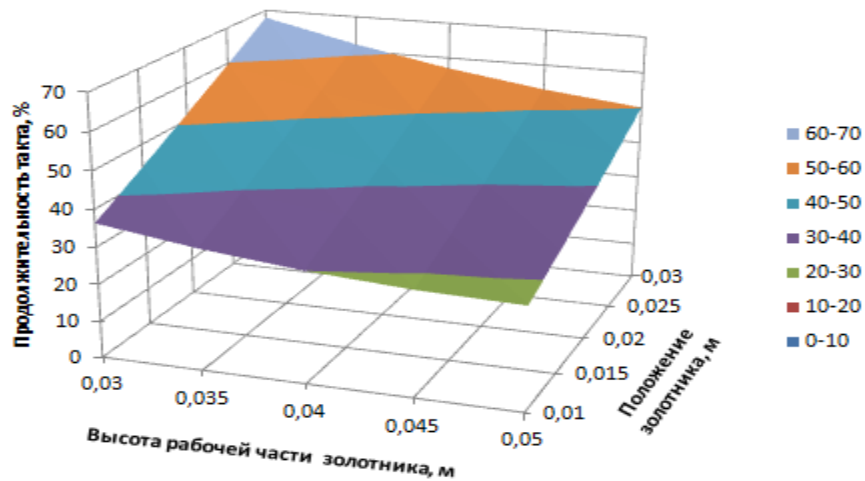


Рисунок 4.3 – Зависимость продолжительности такта сосания от высоты рабочей части золотника и его положения

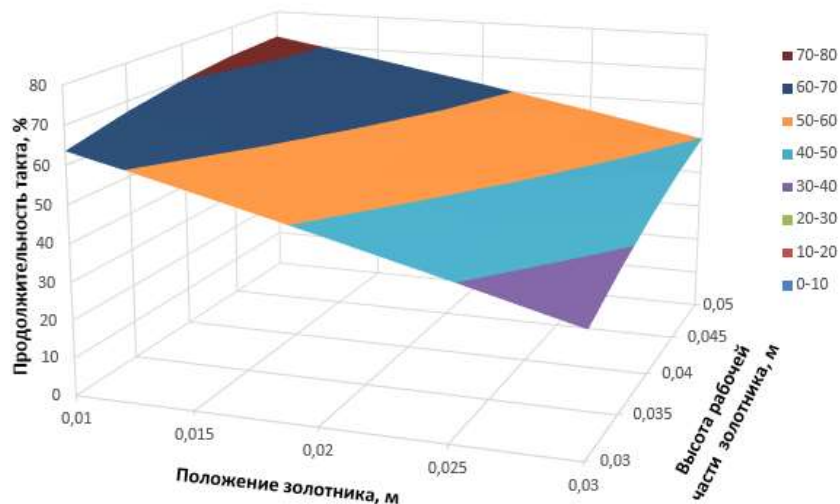


Рисунок 4.4 – Зависимость продолжительности такта сжатия от высоты рабочей части золотника и его положения

Второй вариант: $z=20,0$ мм, $d_1=40,0$ мм, $x_{dn}=6,0$ мм, $x_{ds}=6,0$ мм

$$Y=81,951-1375s_1 -841,667h+25000s_1h-20833,333s_1^2+1666,667h^2 \quad (4.10)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.5 и 4.6.

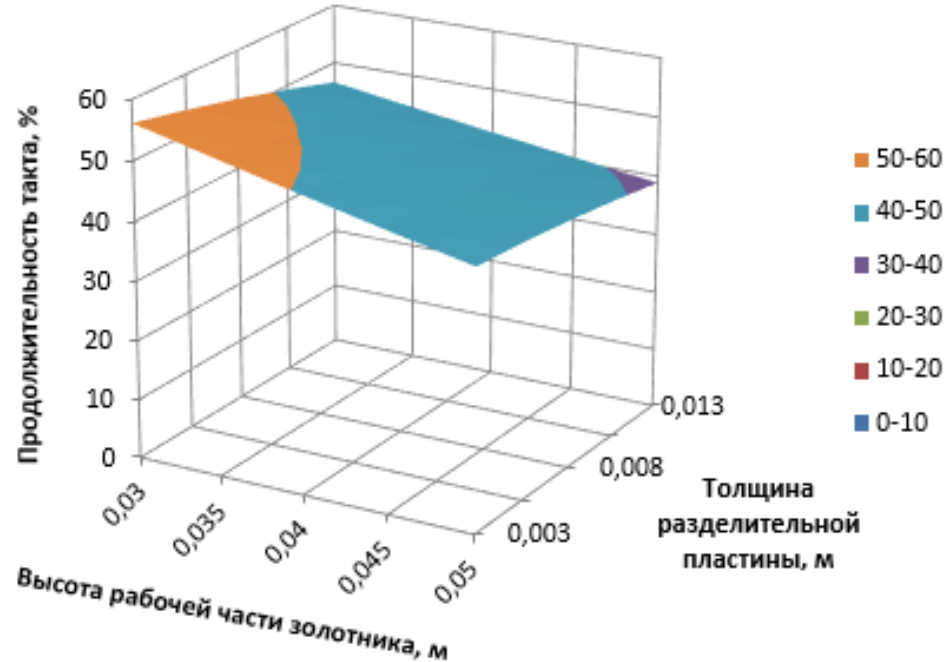


Рисунок 4.5 – Зависимость продолжительности такта сосания от высоты рабочей части золотника и толщины разделительной пластины

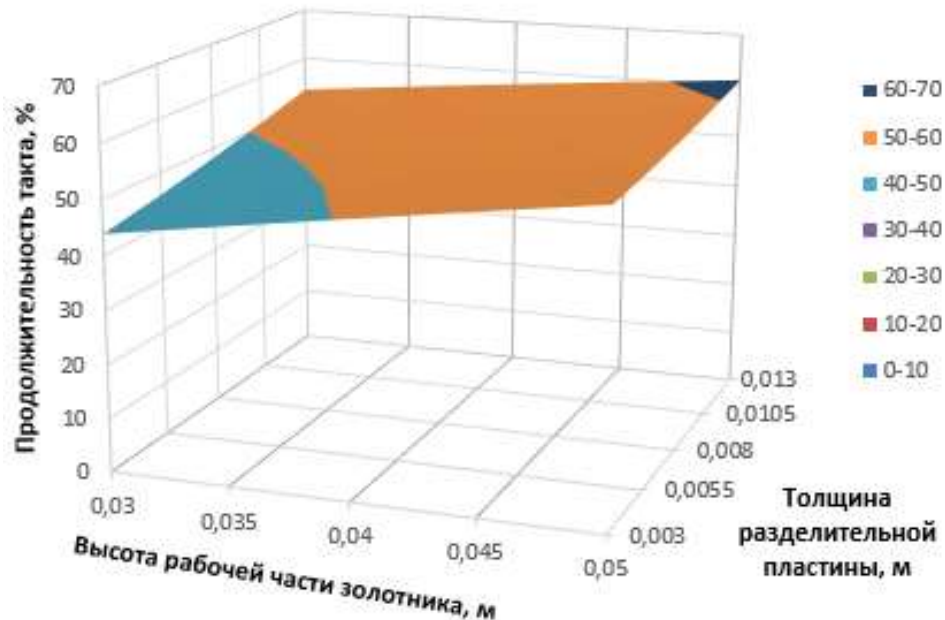


Рисунок 4.6 – Зависимость продолжительности такта сжатия от высоты рабочей части золотника и толщины разделительной пластины

Третий вариант: $z=20,0$ мм, $s_1=8,0$ мм, $x_{dn}=6,0$ мм, $x_{ds}=6,0$ мм

$$Y=90,222-133,333d_1-1666,667h-7500d_1h+6666,667d_1^2+16667,667h^2 \quad (4.11)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.7 и 4.8.

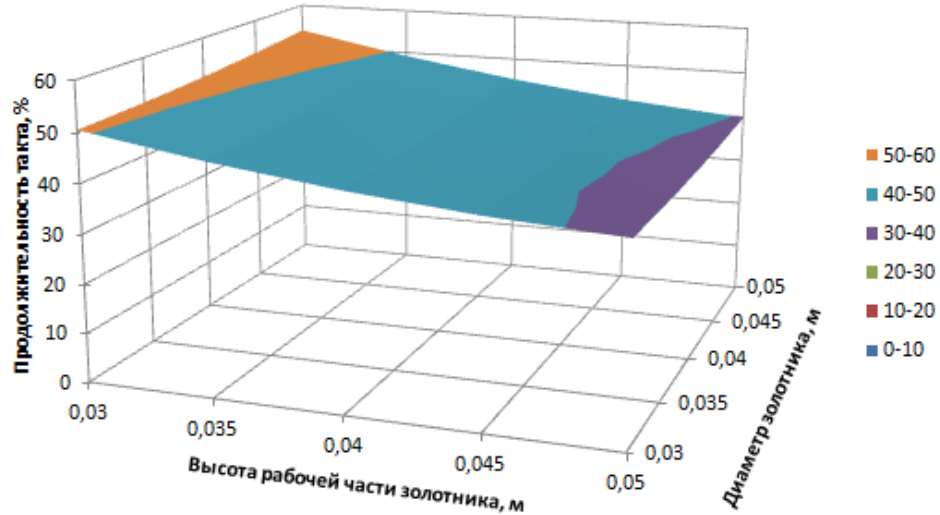


Рисунок 4.7 – Зависимость продолжительности такта сосания от высоты рабочей части золотника и диаметра золотника

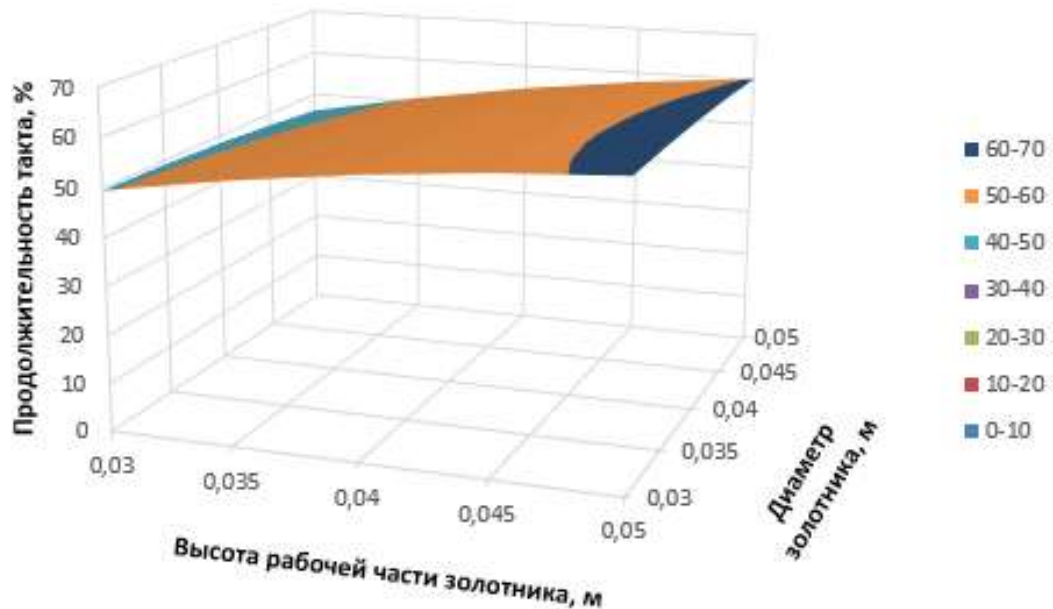


Рисунок 4.8 – Зависимость продолжительности такта сжатия от высоты рабочей части золотника и диаметра золотника

Четвёртый вариант: $z=20,0$ мм, $s_1=8,0$ мм, $d_1=40,0$ мм, $x_{ds}=6,0$ мм

$$Y=64,54+561,25h-1356,67x_{dn} -11708,3hx_{dn} -3900h^2+28055,56x_{dn}^2 \quad (4.12)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.9 и 4.10.

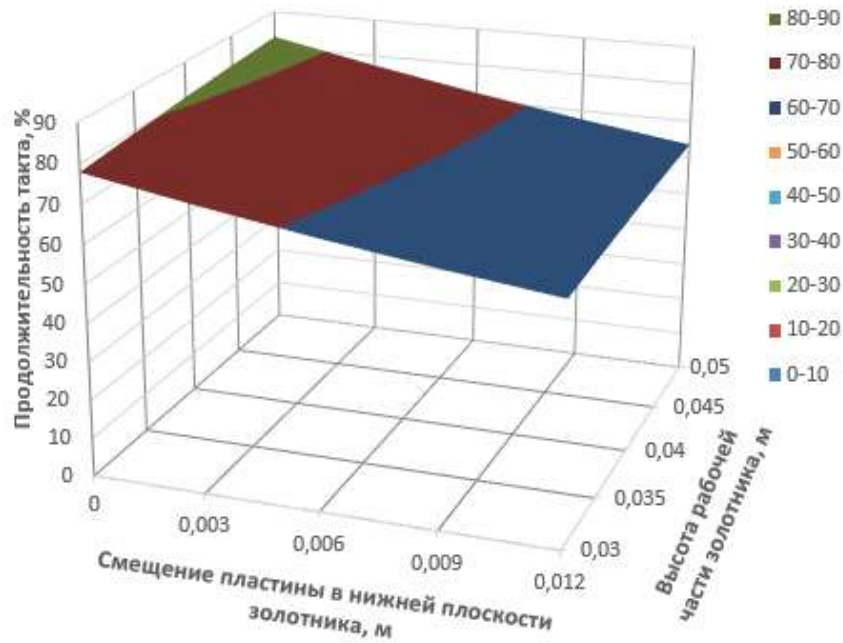


Рисунок 4.9 – Зависимость продолжительности такта сосания от высоты рабочей части золотника и смещения пластины в нижней плоскости золотника

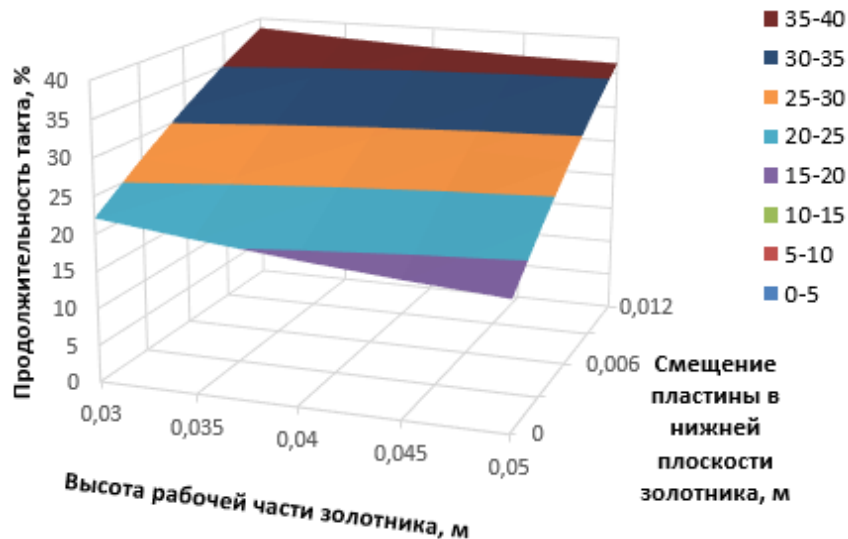


Рисунок 4.10 – Зависимость продолжительности такта сжатия от высоты рабочей части золотника и смещения пластины в нижней плоскости золотника

Пятый вариант: $z=20,0$ мм, $s_1=8,0$ мм, $d_1=40,0$ мм, $x_{dn}=6,0$ мм

$$Y=56,54+481,42h+305x_{ds}-3625hx_{ds}-3733,33h^2+462,96x_{ds}^2 \quad (4.13)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.11 и 4.12.

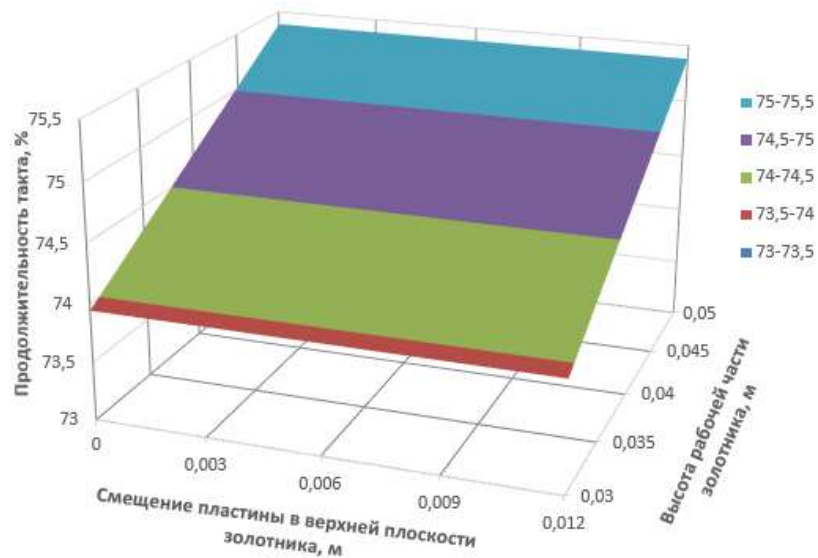


Рисунок 4.11 – Зависимость продолжительности такта сосания от высоты рабочей части золотника и смещения пластины в верхней плоскости золотника

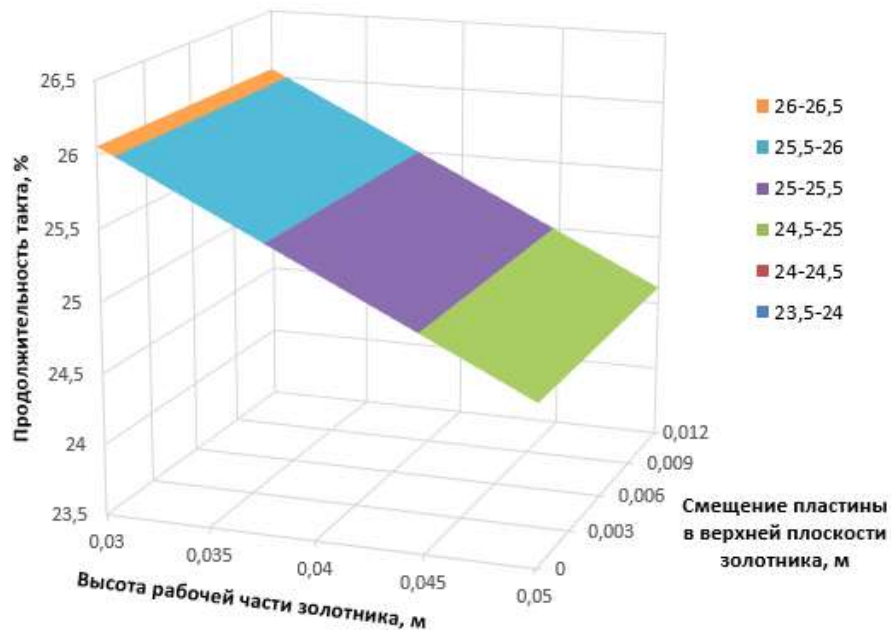


Рисунок 4.12 – Зависимость продолжительности такта сжатия от высоты рабочей части золотника и смещения пластины в верхней плоскости золотника

Шестой вариант: $h=40,0$ мм, $d_1=40,0$ мм, $x_{dn}=6,0$ мм, $x_{ds}=6,0$ мм

$$Y=18,955-562,5s_1 +1770,833z-37500s_1z+52083,333s_1^2-6666,667z^2 \quad (4.14)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.13 и 4.14.

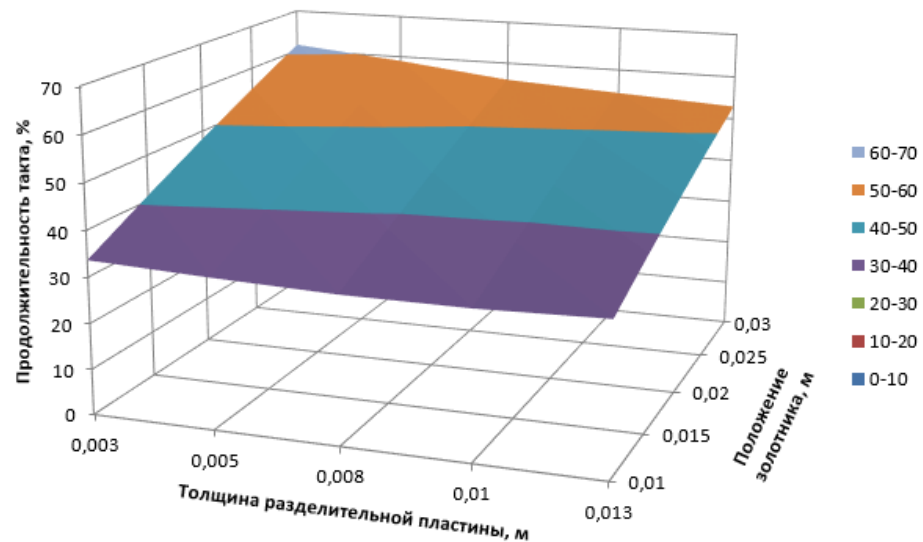


Рисунок 4.13 – Зависимость продолжительности такта сосания от положения золотника и толщины разделительной пластины

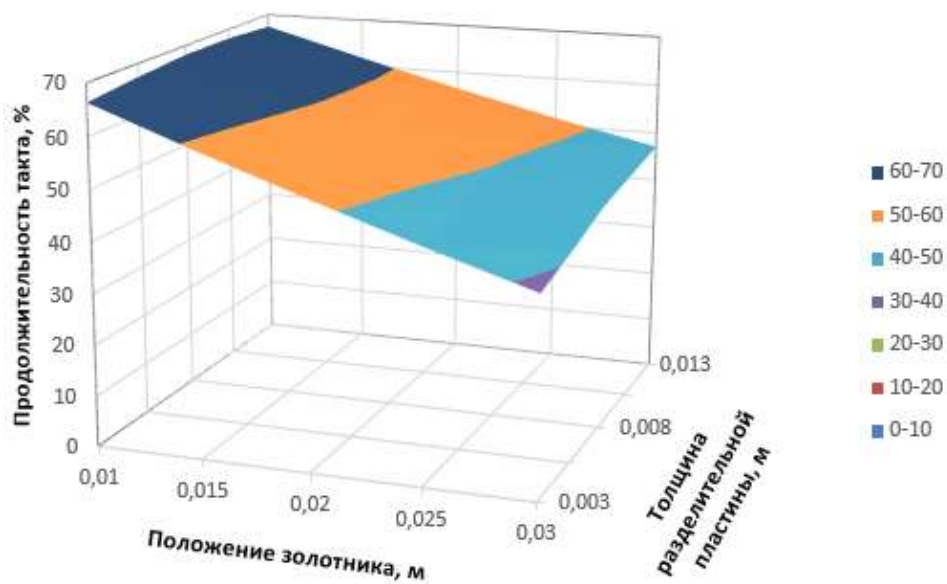


Рисунок 4.14 – Зависимость продолжительности такта сжатия от положения золотника и толщины разделительной пластины

Седьмой вариант: $h=40,0$ мм, $s_1=8,0$ мм, $x_{dn}=6,0$ мм, $x_{ds}=6,0$ мм

$$Y=41,667+266,667z-783,333d_1+25000zd_1+1,345 \cdot 10^{-12}z^2+5000d_1^2 \quad (4.15)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.15 и 4.16.

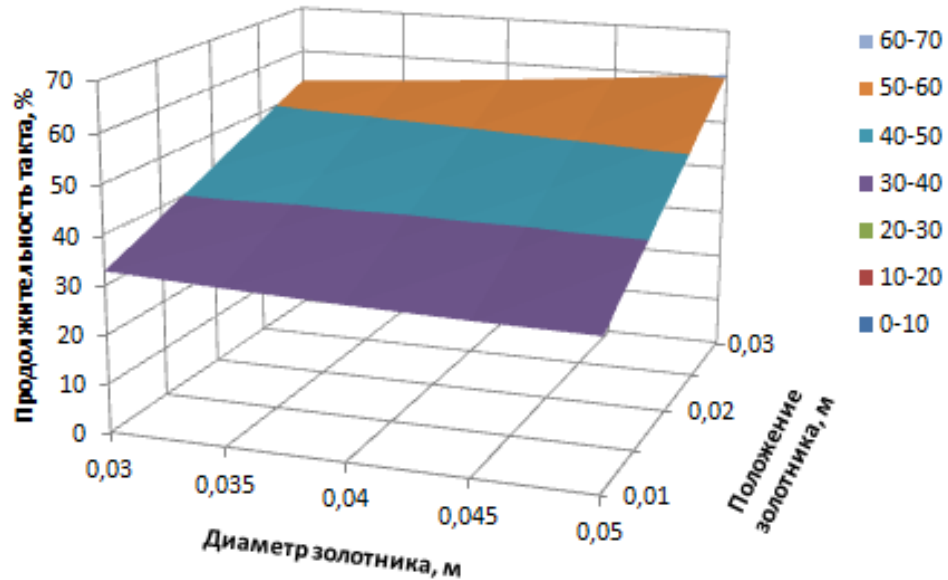


Рисунок 4.15 – Зависимость продолжительности такта сосания от положения золотника и его диаметра

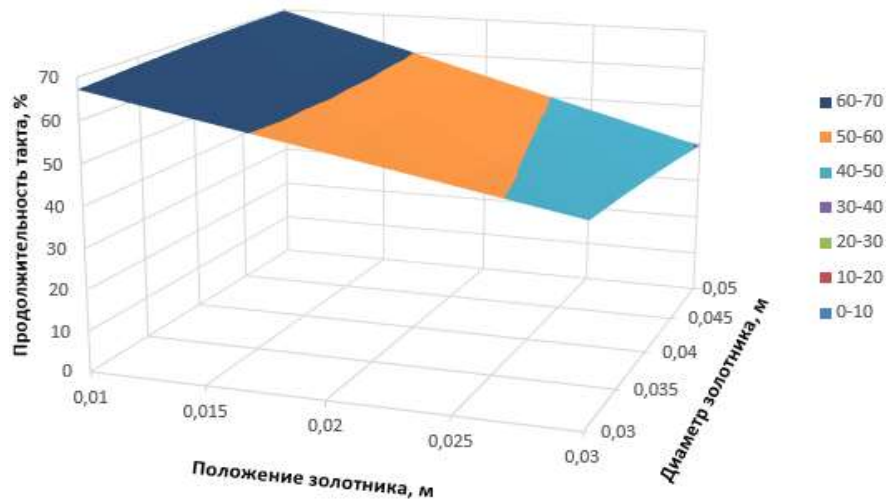


Рисунок 4.16 – Зависимость продолжительности такта сжатия от положения золотника и его диаметра

Восьмой вариант: $h=40,0$ мм, $s_1=8,0$ мм, $d_1=40,0$ мм, $x_{ds}=6,0$ мм

$$Y=93,05-1764,25z-1768,61x_{dn}+42458,33zx_{dn}+5716,67z^2+6018,52x_{dn}^2 \quad (4.16)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.17 и 4.18.

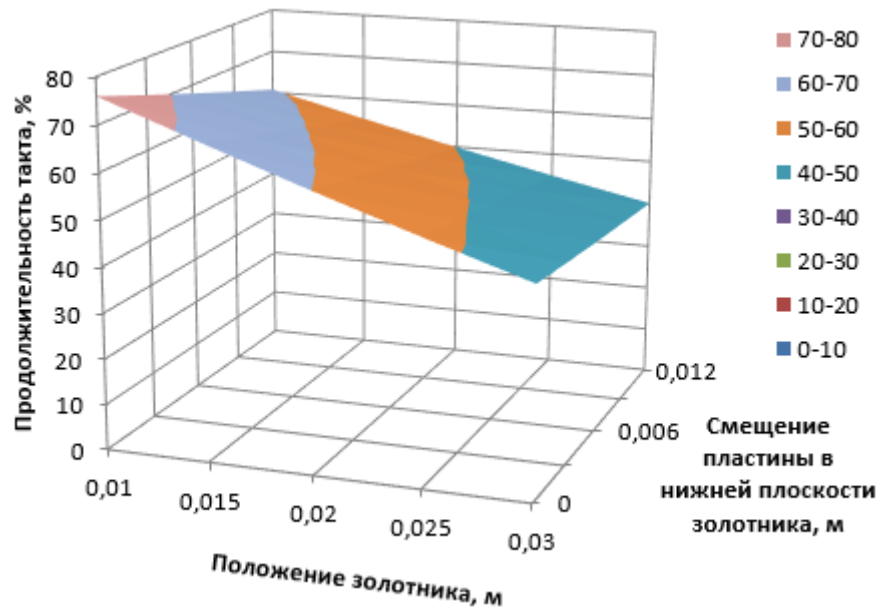


Рисунок 4.17 – Зависимость продолжительности такта сосания от положения золотника и смещения пластины в нижней плоскости золотника

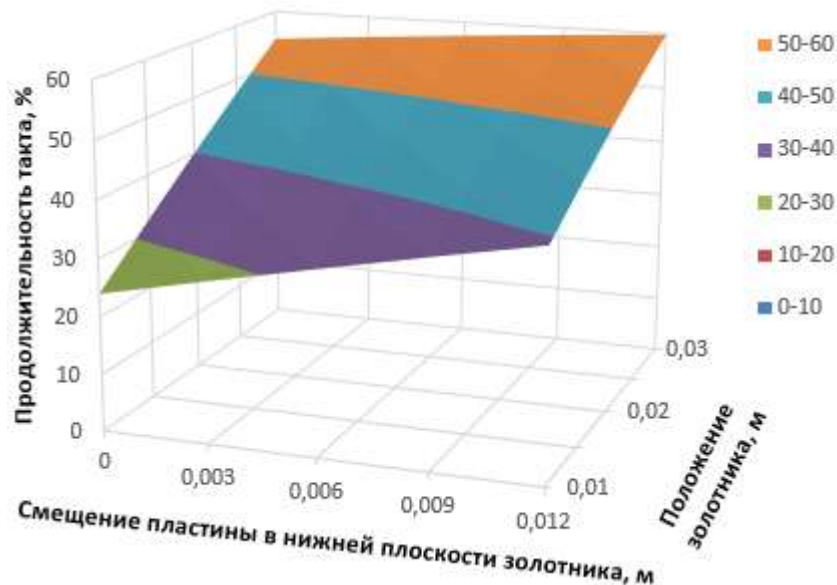


Рисунок 4.18 – Зависимость продолжительности такта сжатия от положения золотника и смещения пластины в нижней плоскости золотника

Девятый вариант: $h=40,0$ мм, $s_1=8,0$ мм, $d_1=40,0$ мм, $x_{dn}=6,0$ мм

$$Y=84,23-1597,83z-434,17x_{ds}+31416,67zx_{ds}++3666,67z^2-509,26x_{ds}^2 \quad (4.17)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.19 и 4.20.

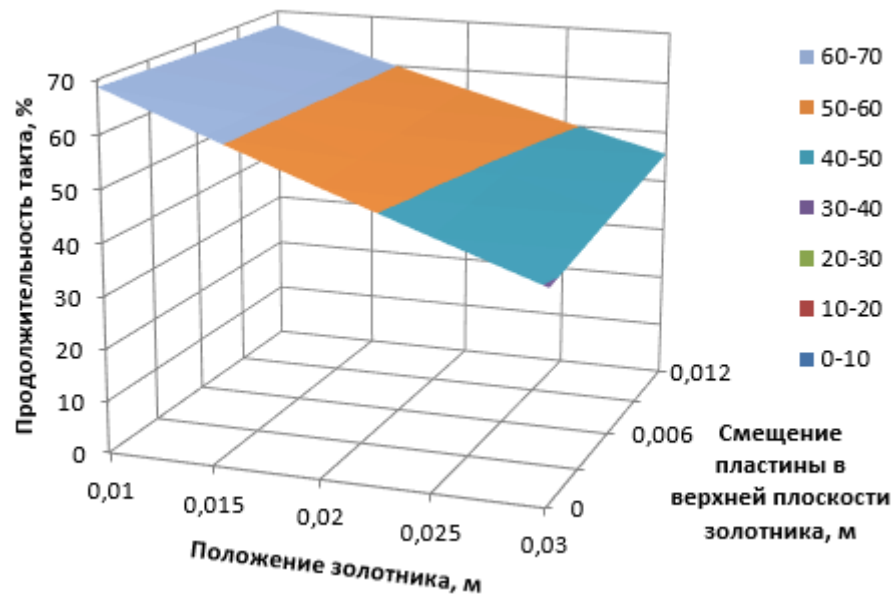


Рисунок 4.19 – Зависимость продолжительности такта сосания от положения золотника и смещения пластины в верхней плоскости золотника

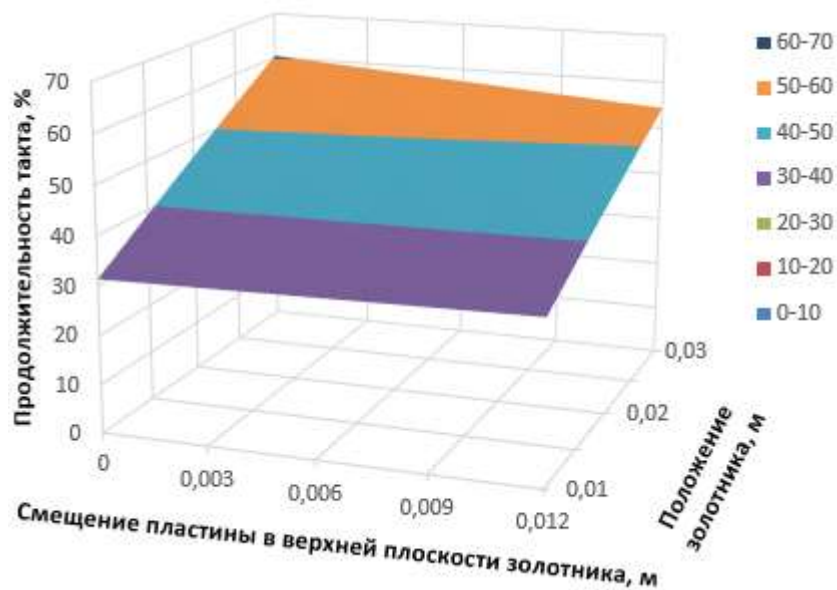


Рисунок 4.20 – Зависимость продолжительности такта сжатия от положения золотника и смещения пластины в верхней плоскости золотника

Десятый вариант: $h=40,0$ мм, $z=20,0$ мм, $x_{dn}=6,0$ мм, $x_{ds}=6,0$ мм

$$Y=22,736+83,333s_1+1116,667d_1-3,185 \cdot 10^{-11} s_1d_1-41666,667 s_1^2-11666,667d_1^2 \quad (4.18)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.21 и 4.22.

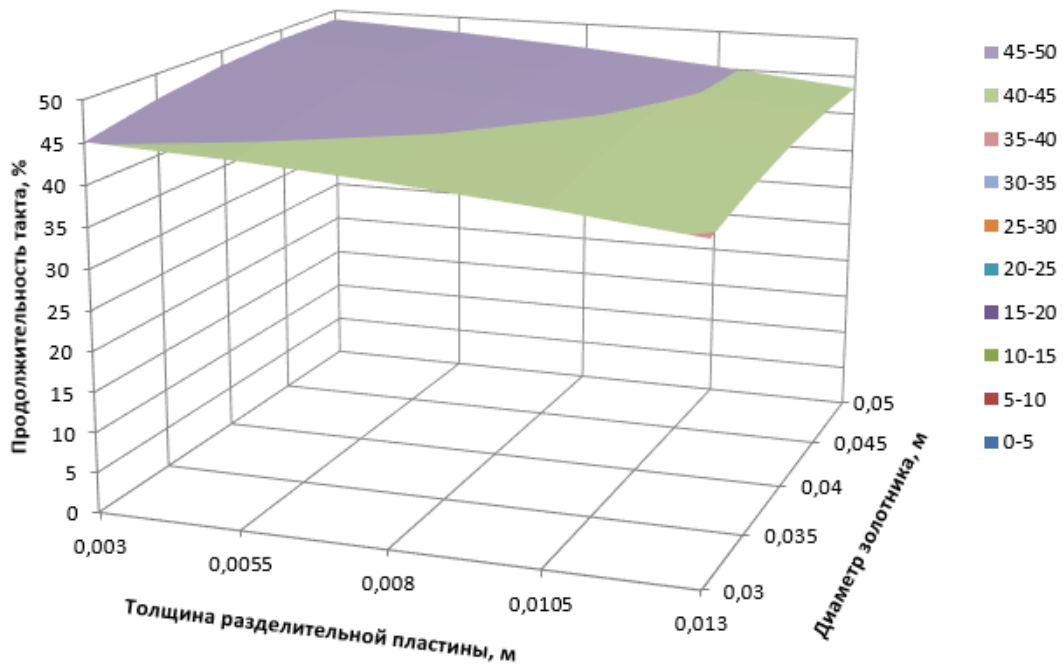


Рисунок 4.21 – Зависимость продолжительности такта сосания от диаметра золотника и толщины разделительной пластины

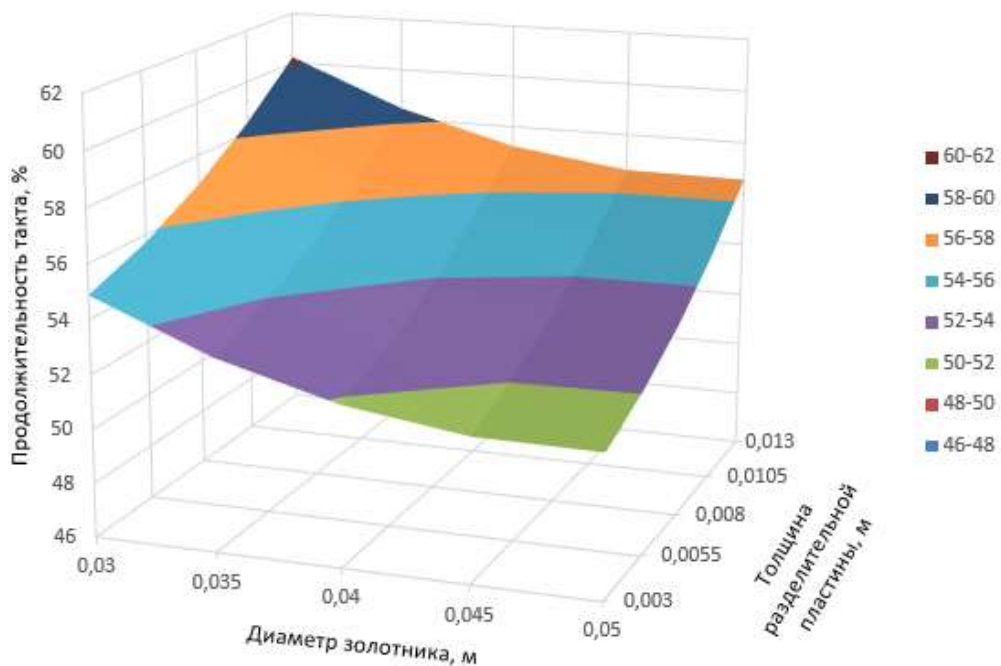


Рисунок 4.22 – Зависимость продолжительности такта сжатия от диаметра золотника и толщины разделительной пластины

Одиннадцатый вариант: $h=40,0$ мм, $z=20,0$ мм, $d_1=40,0$ мм, $x_{ds}=6,0$ мм

$$Y=92,3-1518,17s_1-2473,44x_{dn}+62583,33s_1x_{dn}+16666,67s_1^2+34907,41x_{dn}^2 \quad (4.19)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.23 и 4.24.

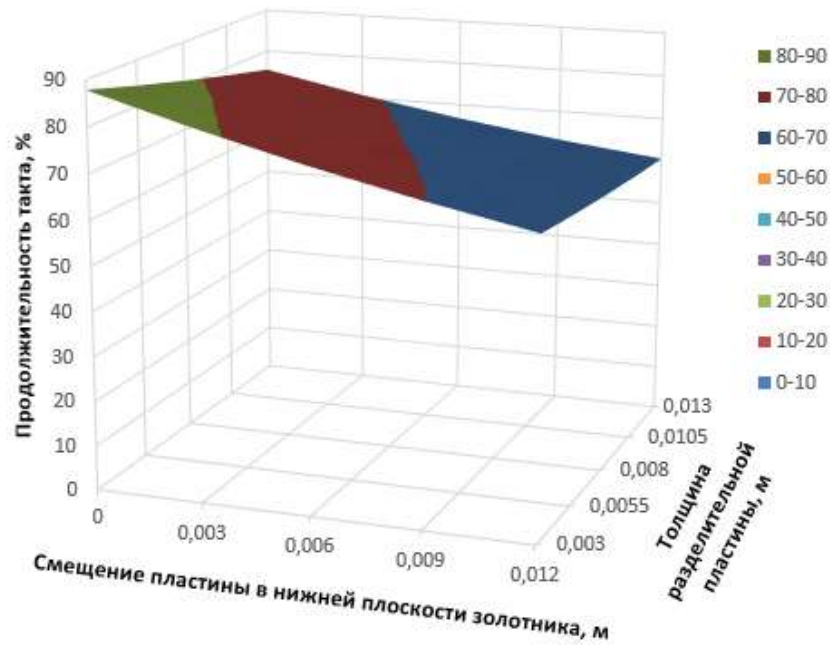


Рисунок 4.23 – Зависимость продолжительности такта сосания от смещения пластины в нижней плоскости золотника и толщины разделительной пластины

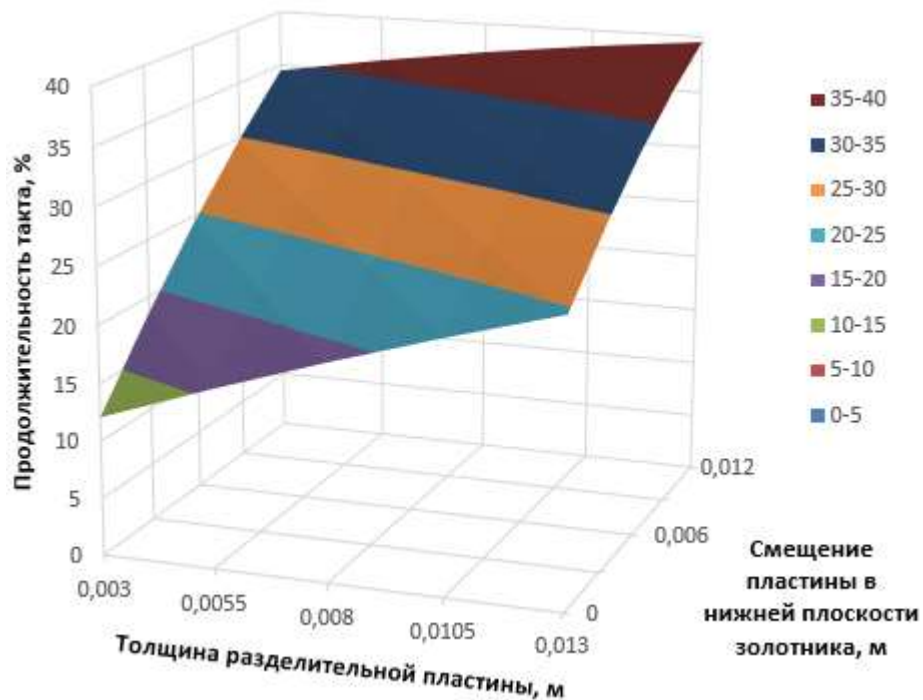


Рисунок 4.24 – Зависимость продолжительности такта сжатия от смещения пластины в нижней плоскости золотника и толщины разделительной пластины

Двенадцатый вариант: $h=40,0$ мм, $z=20,0$ мм, $d_1=40,0$ мм, $x_{dn}=6,0$ мм

$$Y=77,3-985,7s_1+13,44x_{ds}+17416,67s_1x_{ds}+7200s_1^2+277,78x_{ds}^2 \quad (4.20)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.25 и 4.26.

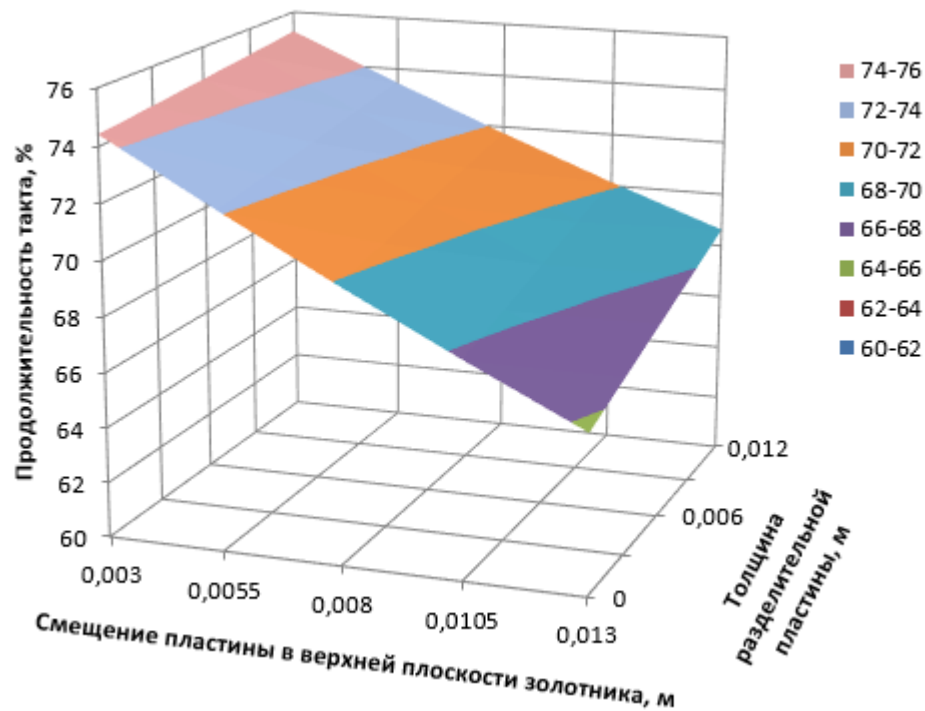


Рисунок 4.25 – Зависимость продолжительности такта сосания от смещения пластины в верхней плоскости золотника и толщины разделительной пластины

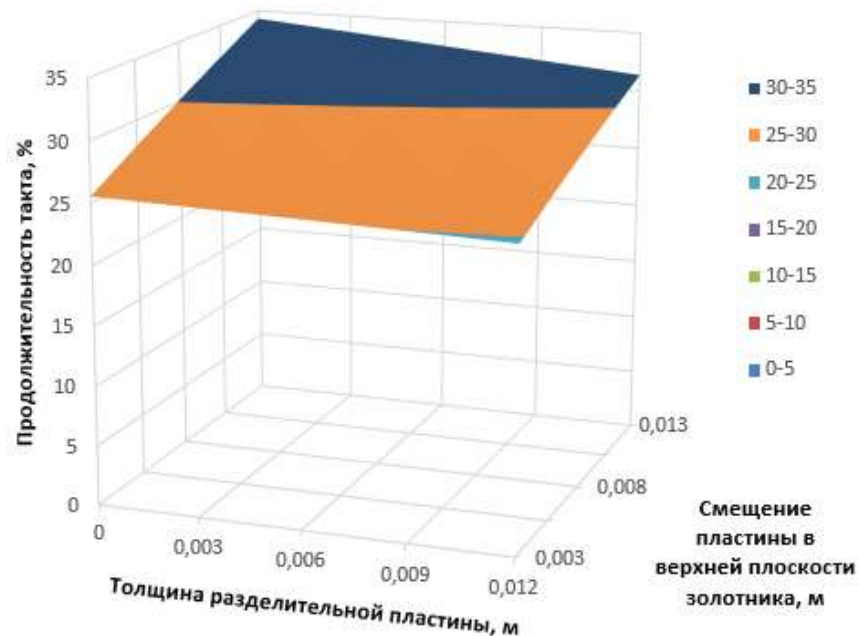


Рисунок 4.26 – Зависимость продолжительности такта сжатия от смещения пластины в верхней плоскости золотника и толщины разделительной пластины

Тринадцатый вариант: $h=40,0$ мм, $z=20,0$ мм, $s_1=8,0$ мм, $x_{ds}=6,0$ мм

$$Y=71,81+312,17d_1-1620,28x_{dn}+41250d_1x_{dn}-4300d_1^2-130694x_{dn}^2 \quad (4.21)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.27 и 4.28.

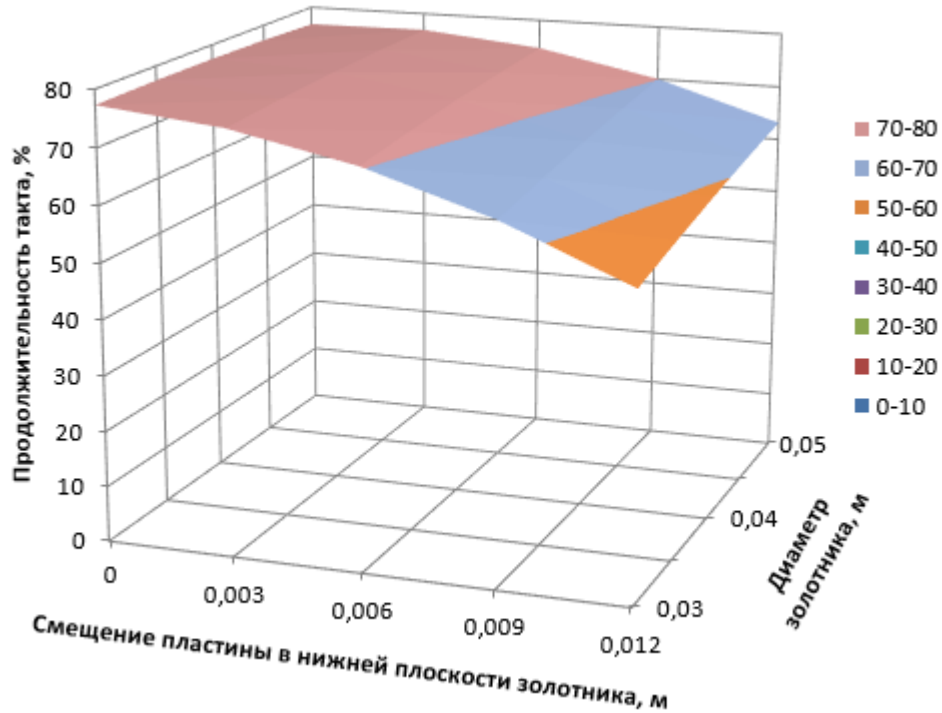


Рисунок 4.27 – Зависимость продолжительности такта сосания от смещения пластины в нижней плоскости золотника и диаметра золотника

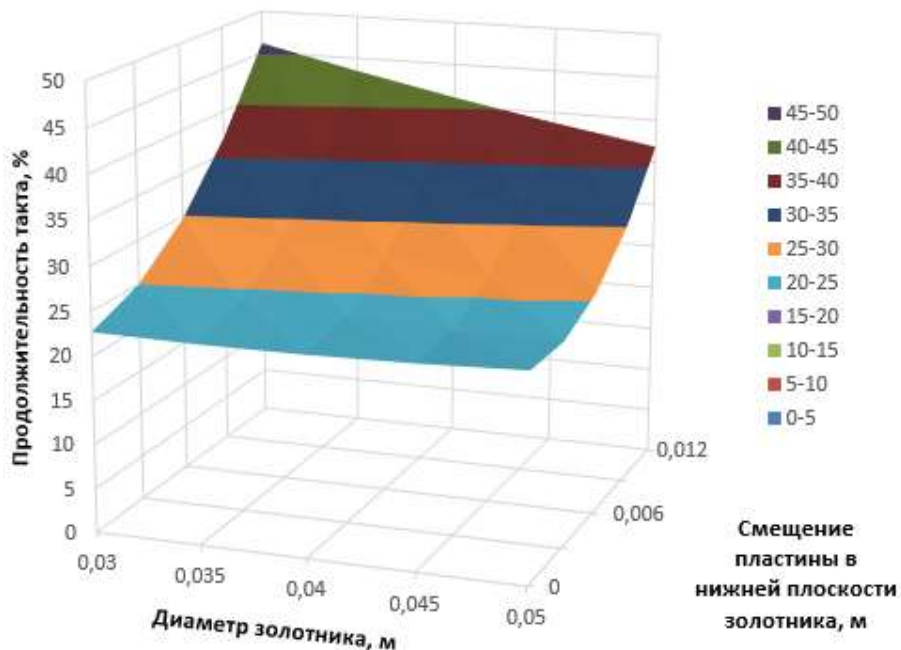


Рисунок 4.28 – Зависимость продолжительности такта сжатия от смещения пластины в нижней плоскости золотника и диаметра золотника

Четырнадцатый вариант: $h=40,0$ мм, $z=20,0$ мм, $s_1=8,0$ мм, $x_{dn}=6,0$ мм

$$Y=39,83+129d_1+1695,56x_{ds}-21500d_1x_{ds}+7,26\cdot 10^{-12}d_1^2+5,61\cdot 10^{-11}x_{ds}^2 \quad (4.22)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.29 и 4.30.

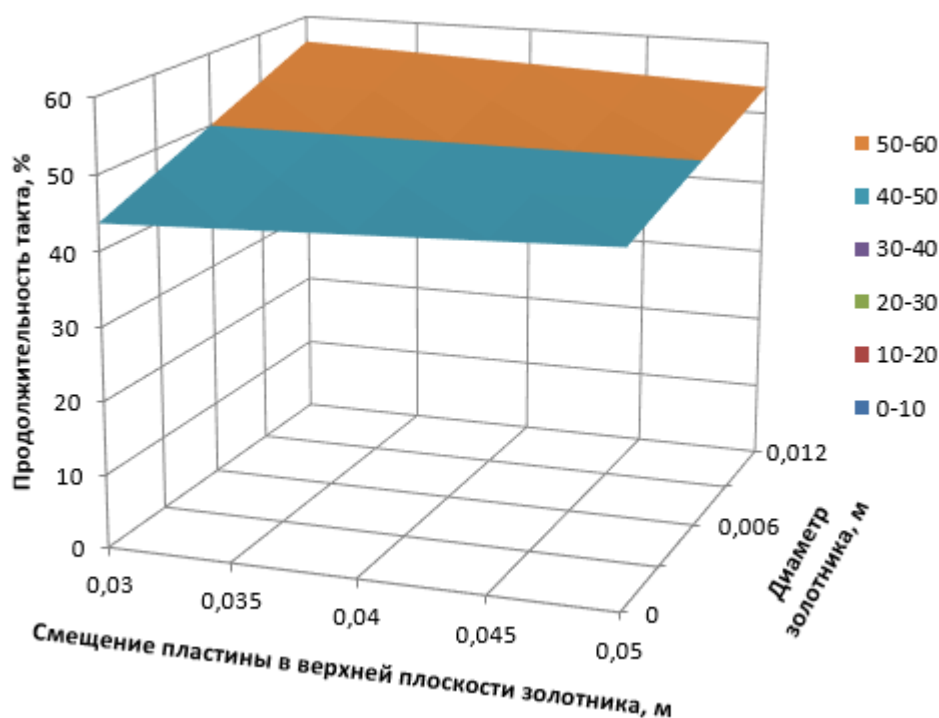


Рисунок 4.29 – Зависимость продолжительности такта сосания от смещения пластины в верхней плоскости золотника и диаметра золотника

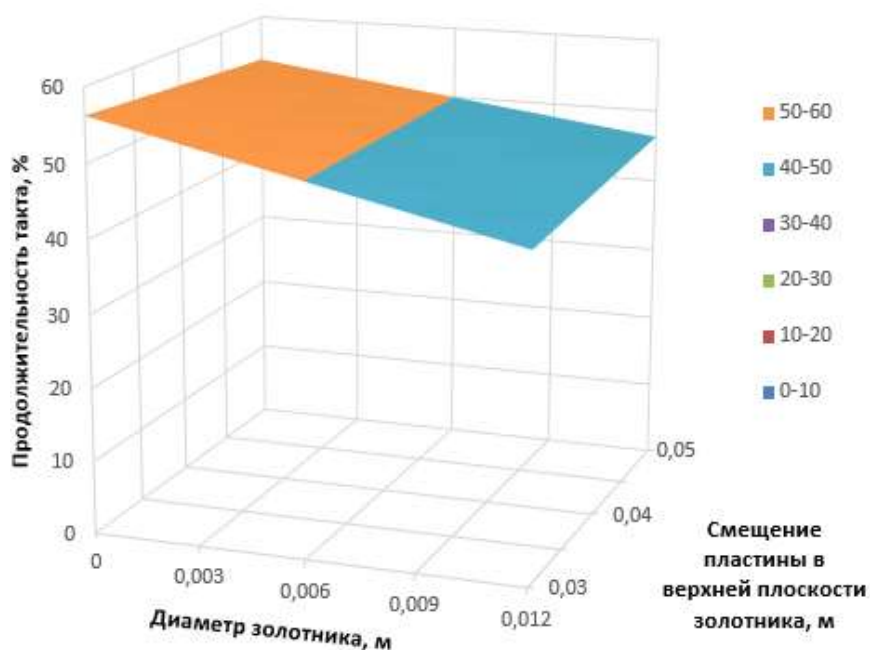


Рисунок 4.30 – Зависимость продолжительности такта сжатия от смещения пластины в верхней плоскости золотника и диаметра золотника

Пятнадцатый вариант: $h=40,0$ мм, $z=20,0$ мм, $d_1=40,0$ мм, $s_1=8,0$ мм

$$Y=50,003-638,6x_{dn}+636,1x_{ds}+5,31\cdot 10^{-12}x_{dn}x_{ds}-138,9x_{dn}^2+277,8x_{ds}^2 \quad (4.23)$$

Поверхности отклика тактов сосания и сжатия для данного случая представлены на рисунках 4.31 и 4.32.

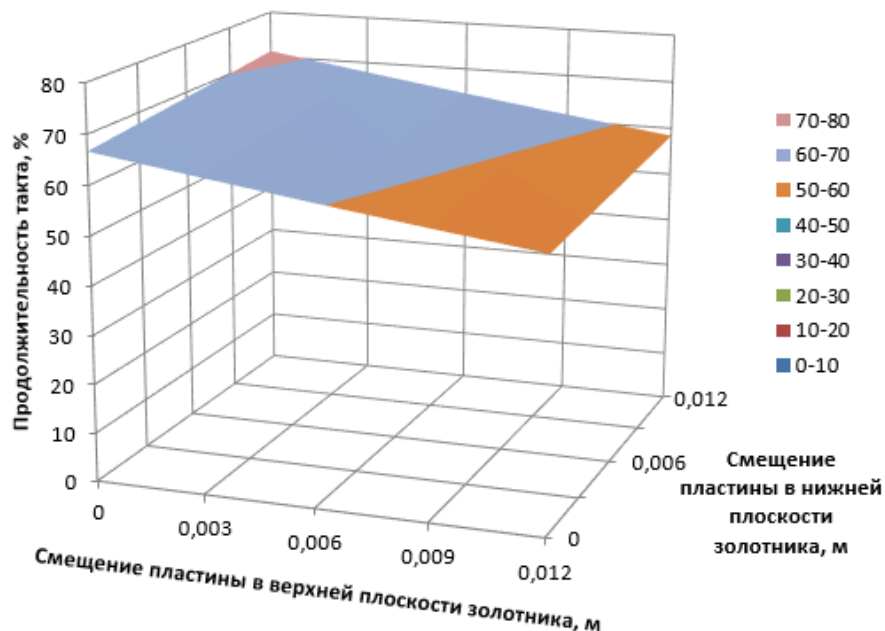


Рисунок 4.31 – Зависимость продолжительности такта сосания от смещения пластины в верхней и нижней плоскости золотника

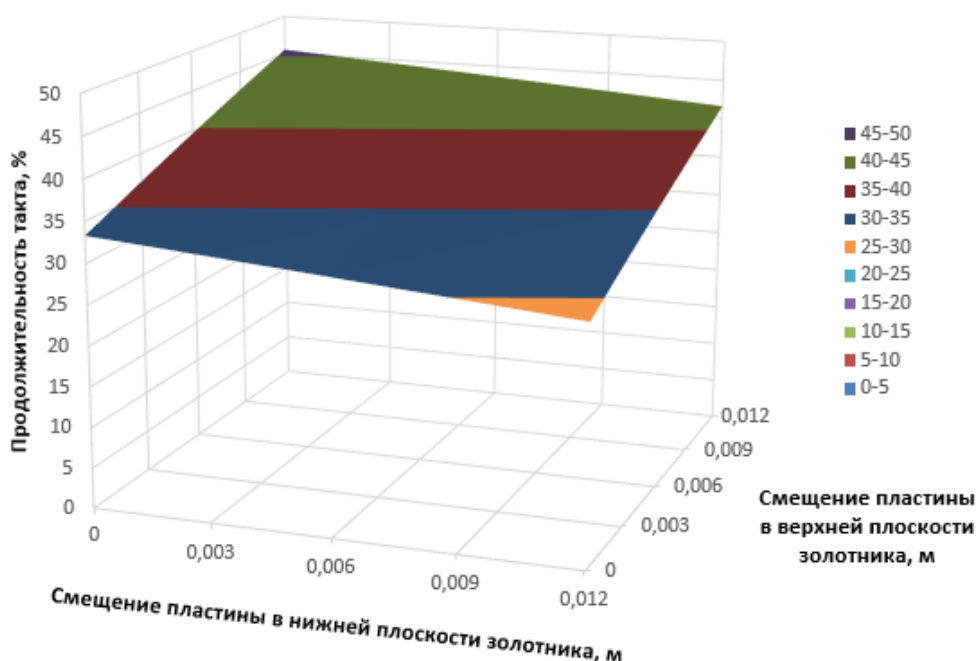


Рисунок 4.32 – Зависимость продолжительности такта сжатия от смещения пластины в верхней и нижней плоскости золотника

Адекватность теоретических (2.22) и (2.23) и экспериментальных (4.5) и (4.7) уравнений оценивалась по критерию Фишера. Расчет показывает, что уравнения идентичны [98, 100]. Фактические значения критерия не превышают 1.11 для такта сжатия и 1.57 для такта сосания, тогда как табличное значение F-критерия Фишера равно 3,13 для такта сжатия и 2,40 для такта сосания. На основании этого можно судить о достоверности теоретических уравнений, полученных нами для определения соотношения тактов в зависимости от размеров диаметра и высоты паза золотника, толщины пластины, разделяющей камеры вакуумметрического и атмосферного давления, равной по размеру диаметру канала для поступления давления, смещения пластины в нижней и верхней плоскости золотника, расположения золотника относительно каналов, сообщаемых с распределительной камерой коллектора.

Согласно литературным источникам, оптимальное отношение продолжительности такта сосания к такту сжатия 60:40 при частоте пульсаций 60 циклов в минуту. В таком случае, при толщине разделительной пластины 3,1 мм, рекомендуемом изменении соотношения такта сосания к такту сжатия при переходе из номинального режима доения в стимулирующий режим от 60:40 до 40:60, принимаемыми нами из конструктивных соображений диаметре золотника равном 40,0 мм и высоте паза золотника – 40,0 мм, расстояние от внутренней поверхности корпуса пульсатора до линии крепления разделительной пластины к нижней и верхней плоскости внутренней поверхности золотника должно быть равно 12,0 мм (приложение Е).

4.3. Результаты исследований по определению перемещения золотника по высоте в зависимости от вакуумметрического давления под штоком.

Исследования проводили в соответствии с методикой, изложенной в разделе 3.4. Согласно теоретическим исследованиям перемещение золотника зависит от вакуумметрического давления под штоком, диаметра золотника и жёсткости пружины.

В результате выполнения факторного эксперимента по определению перемещения золотника по вертикали установлено, что экспериментальная модель в достаточной степени может быть представлена в виде уравнения регрессии, которое в кодированном виде имеет вид (Приложение Ж):

$$Y = 0,04791 - 0,01438x_1 - 0,00012x_2 - 0,0019x_3 + 0,00032x_1x_2 - 0,00027x_1x_3 + 0,00038x_2x_3 - 0,00017x_1x_2x_3 + 0,00431x_1^2 - 0,00053x_2^2 - 0,00098x_3^2 \quad (4.24)$$

где Y - перемещение золотника по вертикали, м;

x_1 - диаметр золотника, м;

x_2 - вакуумметрическое давление в камере управления, кПа;

x_3 - жесткость пружины, Н/м.

В раскодированном виде уравнение имеет вид:

$$Y = 0,04791 - 0,01438P - 0,00012d_1 - 0,0019k + 0,00032Pd_1 - 0,00027Pk + 0,00038d_1k - 0,00017Pd_1k + 0,00431P^2 - 0,00053d_1^2 - 0,00098k^2 \quad (4.25)$$

где P – вакуумметрическое давление в камере управления, кПа;

d_1 – диаметр золотника, м;

k – жесткость пружины, Н/м

Расчет уравнения по определению нужного значения перемещения исполнительного механизма пульсатора в вертикальной плоскости корпуса механического пульсатора с учетом различных значений вакуумметрического давления, диаметра исполнительного механизма и жесткости пружины мы выполнили с помощью ПК. На основании полученных данных был проведен расчет уравнения (4.24).

Графический вариант расчетов можно представить, зафиксировав один фактор из трёх на нулевом уровне согласно матрице, представленной в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Матрица фиксирования фактора на нулевом уровне

№	ФАКТОРЫ		
	P	d_1	k
1	+	+	0
2	0	+	+
3	+	0	+

Результаты вычислений представлены нами в графическом виде на рисунках 4.33-4.35: при фиксированном значении жесткости пружины $k=1500,0$ Н/м:

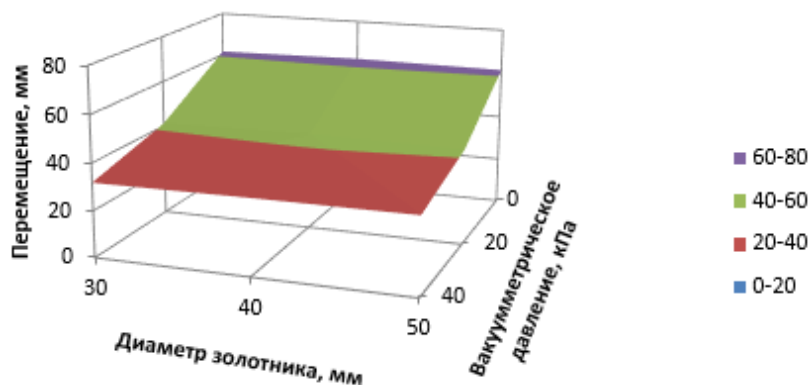


Рисунок 4.33 - Зависимость перемещения золотника в камере пульсатора по вертикали от вакуумметрического давления и диаметра золотника при фиксированном значении диаметра золотника $d_1=40,0$ мм:

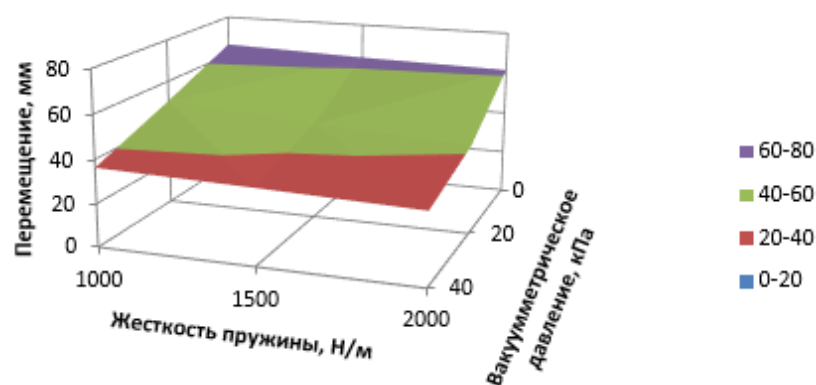


Рисунок 4.34 - Зависимость перемещения золотника в камере пульсатора по вертикали от вакуумметрического давления и жесткости пружины при фиксированном значении вакуумметрического давления $P=20,0$ кПа:

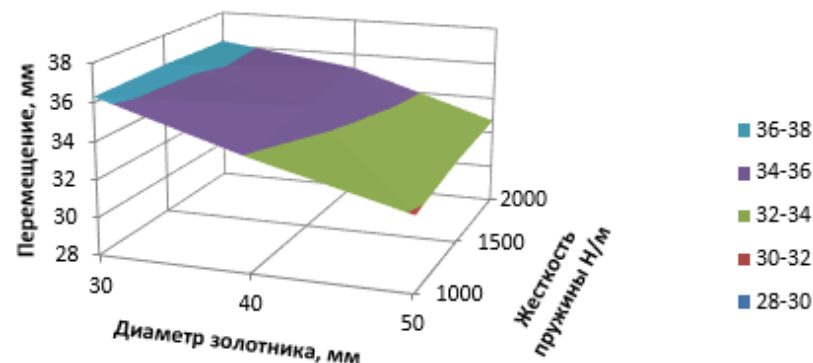


Рисунок 4.35 - Зависимость перемещения золотника в камере пульсатора по вертикали от жесткости пружины и диаметра золотника

Адекватность теоретического (2.49) и экспериментального (4.24) уравнений оценивалась по критерию Фишера. Расчет показывает, что уравнения идентичны [98, 100]. Фактические значения критерия не превышают 1.10, тогда как табличное значение F-критерия Фишера равно 3.13. На основании этого можно судить о достоверности теоретического уравнения, полученного нами для определения степени перемещения золотника в вертикальной плоскости корпуса пульсатора от параметров вакуумметрического давления, жесткости пружины и диаметра золотника.

Из предыдущих экспериментов установлено, что рекомендуемый диаметр золотника равен 40,0 мм. Отсюда следует, что для обеспечения перемещения золотника из крайнего верхнего положения в крайнее нижнее положение при данном диаметре и вакуумметрическом давлении под штоком 40,0 кПа жесткость пружины должна быть 1500 Н/м. (приложение Ж).

4.4. Результаты исследований по определению потребной мощности привода золотника пульсатора в зависимости от конструктивных параметров пульсатора.

Исследования проводили в соответствии с методикой, изложенной в разделе 3.4, на основе факторного эксперимента.

Из теоретических исследований рабочего процесса привода золотника пульсатора следует, что мощность привода зависит от вакуумметрического давления, диаметра, высоты паза и частоты вращения золотника.

В результате выполнения факторного эксперимента по определению мощности привода пульсатора установлено, что экспериментальная модель в достаточной степени может быть представлена в виде уравнения регрессии, которое в кодированном виде имеет вид (приложение З):

$$\begin{aligned}
 Y = & 0,37 - 4,992 \cdot 10^{-6} x_1 - 0,185 x_2 - 0,167 x_3 - 6,746 x_4 + 1,727 \cdot 10^{-6} x_1 x_2 + 1,092 \cdot 10^{-6} x_1 x_3 + \\
 & + 4,813 \cdot 10^{-5} x_1 x_2 - 2,129 x_2 x_3 + 5,78 x_2 x_4 - 0,583 x_3 x_4 + 0,0006 x_1 x_2 x_3 - 7,576 \cdot 10^{-6} x_1 x_3 x_4 - \\
 & - 0,0002 x_1 x_2 x_4 - 28,03 x_2 x_3 x_4 + 0,004 x_1 x_2 x_3 x_4 - 1,628 \cdot 10^{-10} x_1^2 + 186,236 x_2^2 + 0,572 x_3^2 - \\
 & - 12,263 x_4^2
 \end{aligned}
 \tag{4.26}$$

где Y – мощность привода исполнительного механизма пульсатора, Вт;
 x_1 – вакуумметрическое давление в камере механического пульсатора, кПа;
 x_2 – диаметр исполнительного механизма пульсатора, м;
 x_3 – частота вращения исполнительного механизма пульсатора, с⁻¹;
 x_4 – высота паза золотника, м.

В раскодированном виде уравнение имеет вид:

$$Y = 0,37 - 4,992 \cdot 10^{-6} P_{\text{вак}} - 0,185d_1 - 0,167n - 6,746h + 1,727 \cdot 10^{-6} P_{\text{вак}}d_1 + 1,092 \cdot 10^{-6} P_{\text{вак}}n + 4,813 \cdot 10^{-5} P_{\text{вак}}h - 2,129d_1n + 5,78d_1h - 0,583nh + 0,0006P_{\text{вак}}d_1n - 7,576 \cdot 10^{-6} P_{\text{вак}}nh - 0,0002P_{\text{вак}}d_1h - 28,03d_1nh + 0,004P_{\text{вак}}d_1nh - 1,628 \cdot 10^{-10} P_{\text{вак}}^2 + 186,236d_1^2 + 0,572n^2 - 12,263h^2, \quad (4.27)$$

где $P_{\text{вак}}$ – вакуумметрическое давление в камере пульсатора, кПа;
 d_1 – диаметр золотника, м;
 n – частота вращения золотника, с⁻¹;
 h – высота паза золотника.

Расчет уравнения по определению нужного значения мощности привода с учетом различных значений вакуумметрического давления, различного диаметра и высоты паза золотника и частоты вращения мы выполнили с помощью ПК. На основании полученных данных был проведен расчет уравнения 4.26.

Графический вариант расчетов можно представить, зафиксировав два фактора из четырёх на нулевом уровне согласно матрице, представленной в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Матрица фиксирования фактора на нулевом уровне

№	ФАКТОРЫ			
	$P_{\text{вак}}$	d_1	n	h
1.	+	+	0	0
2.	+	0	+	0
3.	+	0	0	+
4.	0	+	+	0
5.	0	+	0	+
6.	0	0	+	+

В первом варианте, при условии $n=1,0$ с⁻¹, $h=40,0$ мм, согласно матрице эксперимента, уравнение регрессии имеет вид:

$$Y=0,462-2,278 \cdot 10^{-6} P_{\text{вак}}-3,204 d_1+7,537 \cdot 10^{-4} P_{\text{вак}} d_1-1,628 \cdot 10^{-10} P_{\text{вак}}^2+186,236 d_1^2 \quad (4.28)$$

Поверхность отклика мощности привода для данного случая представлена на рисунке 4.36.

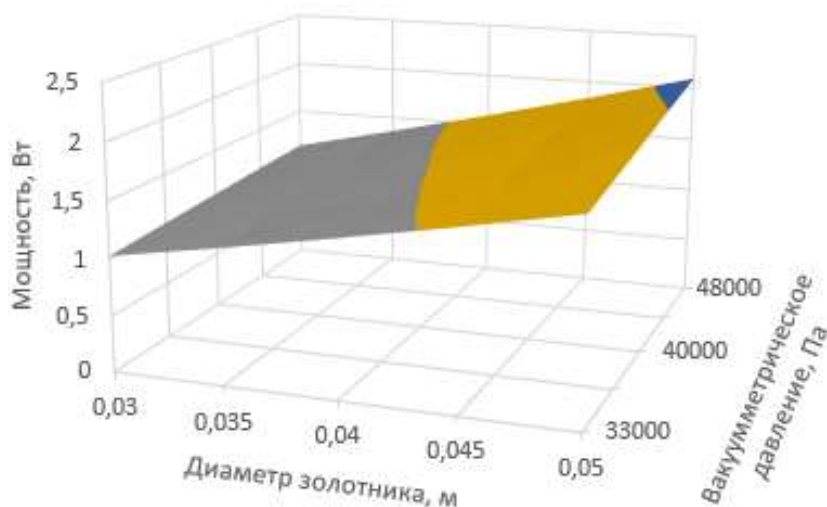


Рисунок 4.36 - Зависимость мощности привода золотника пульсатора от вакуумметрического давления в камере пульсатора и диаметра золотника

Второй вариант: $d_1=40,0$ мм, $h=40,0$ мм

$$Y=0,38-3,318 \cdot 10^{-6} P_{\text{вак}}-0,32 n+3,119 \cdot 10^{-5} P_{\text{вак}} n-1,628 \cdot 10^{-10} P_{\text{вак}}^2+0,572 n^2 \quad (4.29)$$

Поверхность отклика мощности привода для данного случая представлена на рисунке 4.37.

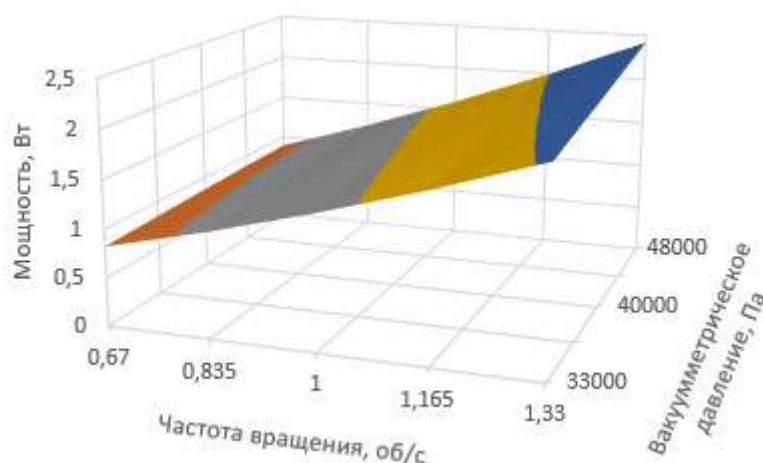


Рисунок 4.37 - Зависимость мощности привода золотника пульсатора от вакуумметрического давления в камере пульсатора и частоты вращения золотника

Третий вариант: $d_1=40,0$ мм, $n=1,0$ с⁻¹

$$Y=0,98+2,017 \cdot 10^{-5} P_{\text{вак}}-8,219 h+1,926 \cdot 10^{-4} P_{\text{вак}} h-1,628 \cdot 10^{-10} P_{\text{вак}}^2-12,263 h^2 \quad (4.30)$$

Поверхность отклика мощности привода для данного случая представлена на рисунке 4.38.

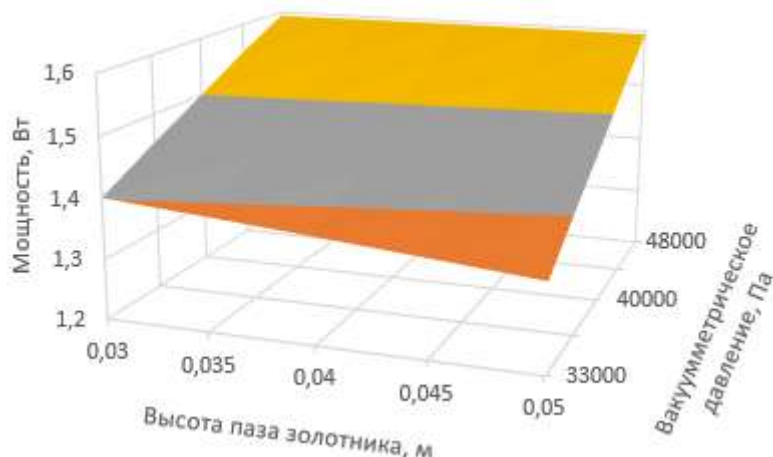


Рисунок 4.38 - Зависимость мощности привода золотника пульсатора от вакуумметрического давления в камере пульсатора и высоты паза золотника

Четвертый вариант: $P_{\text{вак}}=40,0$ кПа, $h=40,0$ мм

$$Y = -0,303 - 0,205d_1 - 0,159n + 27,15d_1n + 186,236d_1^2 + 0,572n^2 \quad (4.31)$$

Поверхность отклика мощности привода для данного случая представлена на рисунке 4.39.

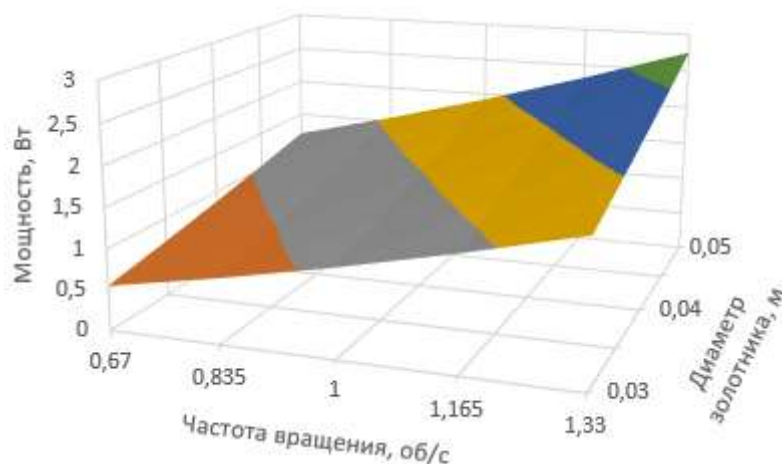


Рисунок 4.39 - Зависимость мощности привода золотника пульсатора от частоты вращения и диаметра золотника

Пятый вариант: $P_{\text{вак}}=40,0$ кПа, $n=1,0$ с⁻¹

$$Y = 0,359 + 21,755d_1 - 5,707h + 129,75d_1h + 186,236d_1^2 - 12,263h^2 \quad (4.32)$$

Поверхность отклика мощности привода для данного случая представлена на рисунке 4.40.

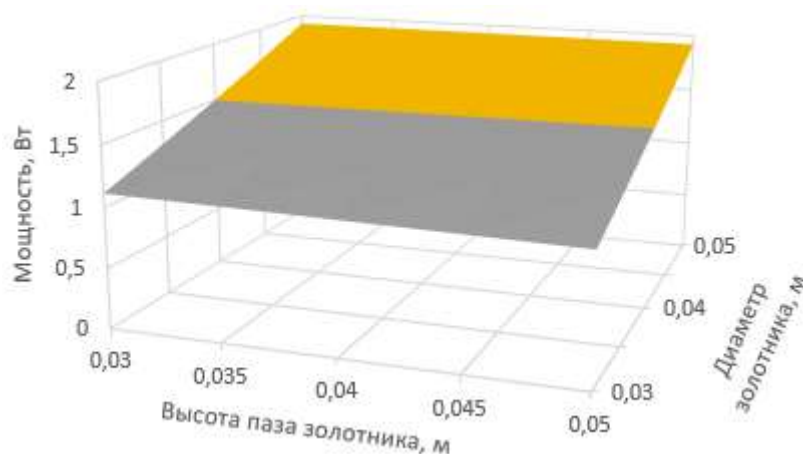


Рисунок 4.40 - Зависимость мощности привода золотника пульсатора от высоты паза и диаметра золотника

Шестой вариант: $P_{\text{вак}}=40,0$ кПа, $d_1=40,0$ мм

$$Y=0,203+0,752n -4,91h -4,393nh+0,572n^2 -12,263h^2 \quad (4.33)$$

Поверхность отклика мощности привода для данного случая представлена на рисунке 4.41.

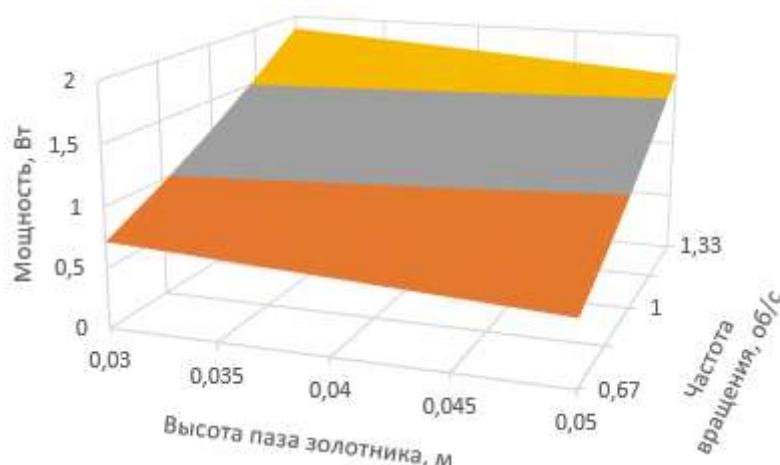


Рисунок 4.41 - Зависимость мощности привода золотника пульсатора от частоты вращения и высоты паза золотника

Адекватность теоретического (2.69) и экспериментального (4.26) «уравнений оценивалась по критерию Фишера. Расчет показывает, что уравнения идентичны [98, 100]. Фактические значения критерия не превышают 2.18, тогда как табличное значение F-критерия Фишера равно 3.13. На основании этого можно судить о достоверности теоретического уравнения, полученного нами для определения мощности привода золотника пульсатора, зависящей от вакуумметрического давления

в камере механического пульсатора, частоты вращения золотника, высоты паза и его диаметра» [94].

Установлено, что при диаметре золотника и высоте его паза, равными 40,0 мм, вакуумметрическом давлении 48,0 кПа, коэффициенте трения скольжения, равном 0,08, и частоте вращения золотника – 60,0 об/мин., мощность привода должна быть не менее 1,6 Вт [Приложение 3].

Выводы

1. Экспериментально доказана зависимость времени включения такта от диаметра и длины канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора. Адекватность теоретических и экспериментальных уравнений оценивалась по критерию Фишера. Фактические значения критерия не превышают 2.06, тогда как табличное значение F-критерия Фишера равно 3.40. На основании этого можно судить о достоверности теоретических уравнений, полученных нами для определения времени включения тактов в зависимости от диаметра и длины каналов, сообщающих пульсатор с распределительной камерой коллектора. Согласно данным эксперимента, данное время включения такта при длине канала 1,25 м обеспечивается при его диаметре, равном 3,1 мм.

2. Экспериментально доказана зависимость соотношения тактов пульсатора от конструктивных параметров и положения золотника в корпусе пульсатора относительно каналов, сообщаемых с распределительной камерой коллектора. Адекватность теоретических и экспериментальных уравнений оценивалась по критерию Фишера. Фактические значения критерия не превышают 1.11 для такта сжатия и 1.57 для такта сосания, тогда как табличное значение F-критерия Фишера равно 3.13 для такта сжатия и 2.40 для такта сосания. На основании этого можно судить о достоверности теоретических уравнений, полученных нами для определения соотношения тактов в зависимости от размеров диаметра и высоты паза золотника, толщины пластины, разделяющей камеры вакуумметрического и атмосферного давления, равной по размеру диаметру канала для поступления давления, смещения пластины в нижней и верхней плоскости золотника, расположения золотника

относительно каналов, сообщаемых с распределительной камерой коллектора. Согласно литературным источникам, оптимальное отношение продолжительности такта сосания к такту сжатия 60:40 при частоте пульсаций 60 циклов в минуту. В таком случае, при толщине разделительной пластины 3,1 мм, рекомендуемом изменении соотношения такта сосания к такту сжатия при переходе из номинального режима доения в стимулирующий режим от 60:40 до 40:60, принимаемыми нами из конструктивных соображений диаметре золотника равном 40,0 мм и высоте паза золотника – 40,0 мм, расстояние от внутренней поверхности корпуса пульсатора до линии крепления разделительной пластины к нижней и верхней плоскости внутренней поверхности золотника должно быть равно 12,0 мм.

3. Экспериментальными исследованиями доказана верность теоретических положений по определению перемещения золотника в вертикальной плоскости корпуса пульсатора в зависимости от величины вакуумметрического давления, подаваемого под шток, диаметра золотника и жёсткости пружины. Фактические значения критерия не превышают 1,10, тогда как табличное значение F – критерия Фишера равно 3,13. Из предыдущих экспериментов установлено, что принимаемый нами из конструктивных соображений диаметр золотника равен 40,0 мм. Отсюда следует, что для обеспечения перемещения золотника из крайнего верхнего положения в крайнее нижнее положение при данном диаметре и вакуумметрическом давлении под штоком 40,0 кПа жесткость пружины должна быть 1500,0 Н/м.

4. Доказана адекватность теоретических моделей, характеризующих зависимость по определению мощности привода золотника пульсатора в зависимости от конструктивных параметров пульсатора. Фактические значения критерия не превышают 2,18, тогда как табличное значение F -критерия Фишера равно 3,13. Установлено, что при диаметре золотника и высоте его паза, равными 40,0 мм, вакуумметрическом давлении 48,0 кПа, коэффициенте трения скольжения, равном 0,08, и частоте вращения золотника – 60,0 об/мин., мощность привода должна быть не менее 1,6 Вт.

5 ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПЕРЕНОСНОГО АДАПТИВНОГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

5.1 Условия хозяйственных испытаний

Разработанный нами адаптивный доильный аппарат проходил производственные испытания для оценки его эффективности при воздействии на вымя коровы в процессе доения. Проводилась оценка влияния предлагаемого доильного аппарата на степень выдоенности коров, а также на степень устойчивости к маститу при сравнении с контрольным доильным аппаратом «Нурлат». Эксперимент был заложен в хозяйстве индивидуального предпринимателя Граб Сергея Николаевича (Белгородская область, Вейделевский район, с. Солонцы) на коровах с молочной продуктивностью более 6000 кг.

Конструктивное отличие исследуемого адаптивного доильного аппарата заключалось в том, что основная характеристика пульсатора – это изменение соотношения тактов и частоты пульсаций в зависимости от интенсивности молокоотдачи в процессе доения, а также изменение вакуумметрического давления, которое осуществлялось в полости бидона, к которому и был подключен изготовленный нами механический пульсатор доильного аппарата (рис. 5.1). Это обеспечило синхронизацию регулирования вакуумметрического давления, что способствовало предотвращению «наползания» доильных стаканов на соски в результате большой разности давления в подсосковой и межстенной камерах. Кроме того, доильный аппарат содержит в своей конструкции регулятор давления, который при снижении молокоотдачи понижает вакуумметрическое давление под штоком золотника пульсатора, в результате чего золотник перемещается по вертикали, тем самым изменяется соотношение тактов пульсатора.



Рисунок 5.1 Общий вид адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором

5.2 Методика испытаний

Предлагаемую конструкцию адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором оценивали путем сравнения его показателей с показателями доильного аппарата «Нурлат», используемого в хозяйстве.

В ходе эксперимента производился анализ молочной продуктивности коров методом ускоренной оценки, а также изучались параметры молоковыведения в двух группах по 9 голов коров в каждой. Отбор животных проводился по общепринятой методике, с учетом зоотехнических требований пригодности к машинному доению, в частности по морфологическим признакам вымени. Условия содержания и кормления для изучаемых пар коров – одинаковые [101, 106, 107, 108, 109].

Были проведены исследования по изучению функциональных параметров вымени, в том числе были определены такие показатели как:

- динамика движения молока;
- экстремальные точки движения молока;
- продолжительность процесса доения;

- количество молока, остающегося в вымени, определяемого с помощью ручного додая;

- состояние вымени.

Для этого использовалось специальное оборудование.

Уровень заболеваемости коров маститом определяли каждые 10 дней. Диагностику проводили с помощью специального оборудования – экспресс-тесты «Масттест» и «Альфа-тест».

Подготовка вымени проводилась согласно регламенту работ по машинному доению коров, и включала в себя обмыв теплой водой ($t=40\dots45^{\circ}\text{C}$ в течение $6\dots10$ с), сдаивание первых струек молока, и только после этого производилась установка доильного аппарата. В контрольной группе после завершения доения, осуществляли машинный додой. Удой заканчивали при выдаивании молока менее 200 мл/мин. После этого проводили ручной додой для определения объема остаточного молока в вымени коровы.

Достоверность проведенных исследований проводили с помощью методов математического анализа, в частности метода вариационной статистики по t -критерию Стьюдента [110, 111].

5.3 Результаты хозяйственных испытаний

В процессе хозяйственных испытаний было установлено, что предложенная нами конструкция адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором работоспособна и эффективна в работе. Это можно увидеть, изучив данные из таблицы 5.1. При анализе данных таблицы отметим, что у разработанного доильного аппарата с механическим пульсатором наблюдаются лучшие показатели максимального потока молока, чем у базового аппарата «Нурлат», оно составило 3,223 кг/мин у предлагаемого устройства по сравнению с 3,055 кг/мин у контрольного. Вместе с тем, следует отметить, что в разработанном доильном аппарате данный показатель достигается медленнее. Период ожидания составляет порядка 40,106 с., а у контрольного «Нурлат» – 39,443 с.

Таблица 5.1 - Результаты сравнительных исследований экспериментального и базового доильных аппаратов.

Наименование Параметра	Тип доильного аппарата				t-критерий
	экспериментальный		Нурлат		
	x	S ₀	x	S ₀	
Продолжительность подготовки вымени, с	24...34		20...40		
Пиковое значение расхода молока, кг/мин	3,223	0,057	3,055	0,036	9,370
Время до пикового значения расхода молока, с	40,106	0,147	39,443	0,128	14,094
Удой за 1 мин., кг	2,580	0,065	2,249	0,049	12,576
Удой за 3 мин., кг	5,633	0,150	5,348	0,122	6,586
Разовый удой, кг	9,793	0,208	9,190	0,195	6,612
Продолжительность доения, с	500,3	1,541	483,6	1,661	19,568
Ручной додой, кг	1,189	0,025	1,792	0,035	18,891
Полнота выдаивания, %	99,2		93,1		

После прохождения трех минут доения удой нашим экспериментальным доильным аппаратом составил 5,633 кг, по сравнению с удоём 5,348 кг контрольным доильным аппаратом. Кроме того, самый высокий разовый удой коров, 9,793 кг, наблюдался при доении с использованием адаптивного доильного аппарата с экспериментальным пульсатором. А при применении доильного аппарата «Нурлат» он составил 9,190 кг. При использовании экспериментального доильного аппарата продолжительность доения была выше и, включая ручные работы, составляла 500,3 с., а при доении с помощью базового доильного аппарата «Нурлат» – 483,6 с. Это связано с возможностью более полного выдаивания молока, путем передержки доильного аппарата на вымени коровы более длительный период, чем у базового доильного аппарата, так как когда снижается общая скорость молокоотдачи ниже уровня в 200 мл/мин., доильный аппарат переключается на режим работы при котором длительность такта сосания снижается. В результате доильный аппарат способствует более полному извлечению молока из вымени. Таким образом, происходит положительное влияние на степень выдоенности коровы за счет адаптивного воздействия испытуемого доильного аппарата, что в конечном счете, увеличивает объем производимого молока. При сравнении продолжительности ручных работ, которые проводят перед надеванием доильных стаканов на соски, выявлено, что

этот период занимает меньший промежуток, чем этот же показатель доильного аппарата «Нурлат».

Достоверность полученных результатов подтверждается проведенной математической оценкой по t -критерию Стьюдента (Таблица 5.1).

В результате анализа данных исследования можно сделать вывод о том, что использование экспериментального доильного аппарата эффективно для повышения степени выдоенности коров и снижения заболеваемости коров маститом.

Эксперимент по изучению эффективности предлагаемого доильного аппарата был проведен на молочной ферме индивидуального предпринимателя Граб Сергея Николаевича (Белгородская область, Вейделевский р-н, с. Солонцы), на коровах красно-пестрой породы в течение трех месяцев. По результатам исследований можно сделать выводы о том, что при своевременном включении щадящего режима доения, уровень заболеваемости маститом коров снизился на 11,1 %. Этот режим был осуществлен путем:

- снижения вакуумметрического давления;
- снижения частоты пульсаций механического пульсатора;
- сокращения продолжительности такта сосания;
- продления длительности такта сжатия.

После окончания опыта, то есть через три месяца лактации, коровы, на которых исследовали опытные образцы доильных аппаратов, имели молочную продуктивность выше, чем у животных в контрольной группе на 6,1%.

Таким образом, разработанный адаптивный доильный аппарат с механическим пульсатором при доении в бидон, более эффективен чем контрольный доильный аппарат «Нурлат».

5.4 Экономическая эффективность внедрения адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором

Показатели экономической эффективности работы экспериментального доильного аппарата с механическим пульсатором рассчитывали на основе общепринятых методик.

Для более объективной оценки эффективности следует, проводить аналогичные расчеты по контрольному доильному аппарату.

Расчет показателей экономической эффективности вели параллельно на двух исследуемых группах – на контрольной с использованием доильного аппарата «Нурлат» и опытной с применением экспериментального образца.

Основными показателями были приняты – снижение ручных затрат в процессе доения и увеличение степени выдоенности животных.

5.4.1 Экономическая эффективность адаптивного доильного аппарата от снижения затрат ручного труда

«Для расчета экономической эффективности экспериментального доильного аппарата с механическим пульсатором использовалась следующая формула:

$$\mathcal{E}_a = (Z_b - Z_H)G_H - [(C_b + H_k K_b) - (C_H + H_k K_H)]G_H, \quad (5.1)$$

где \mathcal{E}_a - экономическая эффективность от применения одного доильного аппарата в течение года с учетом применяемых ручных затрат, руб.;

Z_b, Z_H - сумма затрат, потраченных при проведении доения одной коровы контрольным аппаратом «Нурлат» и разработанным доильным аппаратом, руб.;

G_H - количество удоев, проводимых на разработанном доильном аппарате за год, шт.;

C_b, C_H - полная стоимость затрат при доении одной коровы при использовании контрольного и разработанного доильного аппарата, руб.;

H_k - нормативный коэффициент капитальных вложений, $H_k = 0.15$;

K_b, K_H - объем удельных капитальных вложений в общей сумме затрат при использовании для доения контрольного и разработанного доильного аппаратов» [109, 110, 111].

Здесь C_b и C_H рассчитываются так:

$$\begin{aligned} C_b &= t_{po1} B_{\text{ч}} \\ C_H &= t_{po2} B_{\text{ч}} \end{aligned} \quad (5.2)$$

где t_{po1}, t_{po2} - продолжительность операций, проводимых вручную, ч;

$B_{\text{ч}}$ - тарифная ставка, руб./ч,

а K_b и K_H - как:

$$K_b = \frac{Z_b}{G_H}$$

$$K_H = \frac{Z_{Л}}{G_H} \quad (5.3)$$

где Z_b - стоимость по оптовым ценам одного контрольного доильного аппарата, руб.;

$Z_{Л}$ - предельная стоимость одного экспериментального адаптивного доильного аппарата, руб.

5.4.2 Предельная стоимость одного экспериментального адаптивного доильного аппарата

«Формула для расчета предельной стоимости одного экспериментального доильного аппарата приведена ниже:

$$Z_{Л} = \frac{1,1Z_b a + (l_b \beta - l_H) G_H P_H}{(1 + a_H P_H) 1,1}, \quad (5.4)$$

где a - коэффициент замены контрольного аппарата экспериментальным с учётом количества доек в год G_H ;

l_b - удельная эксплуатационная норма расходов при использовании контрольного доильного аппарата;

l_H - удельная эксплуатационная норма расходов при использовании экспериментального доильного аппарата без учета отчислений на амортизацию;

β - коэффициент при снижении издержек, $\beta = 0,8$;

P_H - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $P_H = 0,125$;

a_H - коэффициент затрат на амортизацию, $a_H = 0.14$ » [109, 110, 111].

«Удельная эксплуатационная норма расходов l_b рассчитывается с учетом общего годового расхода на эксплуатацию доильного аппарата I_b и общего количества доек за год G_H :

$$l_b = \frac{I_b}{G_H} \text{ или } l_b = \frac{B_b + A_b}{G_H} \quad (5.5)$$

где: B_b - основные и дополнительные затраты на заработную плату, руб.;

A_b - амортизационные затраты, а также расходы на ремонт, руб.;

Затраты на амортизацию рассчитывают по формуле:

$$A_b = a_H(Z_b + R_t), \quad (5.6)$$

где R_t - расходы на доставку и реализацию, руб.,

а основные и дополнительные затраты на заработную плату B_b определяют по формуле:

$$B_b = 1,18t_{pol} B_q G_H \quad (5.7)$$

Удельная эксплуатационная норма расходов при использовании экспериментального доильного аппарата (l_H) определяют по формулам» [109, 110, 111]:

$$l_H = \frac{I_H}{G_H}, \quad \text{или} \quad l_H = \frac{B_H}{G_H}, \quad (5.8)$$

где: $B_H = 1,18t_{po2} B_q G_H \quad (5.9)$

5.4.3 Экономическая эффективность адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором от полноты выдаивания коров

Экономическая эффективность при применении экспериментального доильного аппарата с механическим пульсатором с учетом увеличения молочной продуктивности животных определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}'_{II} = \frac{\mathcal{E}_{II}}{Q_H} = \frac{([II_1 - (I_b + E_H K_1)] - [II_2 - (I_H + E_H K_2)])}{Q_H}, \quad (5.10)$$

где \mathcal{E}'_{II} - экономическая эффективность от производства одного центнера молока, руб./ц;

\mathcal{E}_{II} - экономическая эффективность при увеличении молочной продуктивности животных, руб.;

Q_H - годовой объем полученного молока при использовании одного разработанного доильного аппарата, ц;

II_1, II_2 - закупочная цена молока в контрольной и опытной группах, руб.;

$$II_1 = q_b MЦ_M;$$

$$П_2 = q_H M Ц_M \quad (5.11)$$

где q_b и q_n - годовые объемы полученного молока при использовании контрольного и разработанного доильных аппаратов;

M - численность коров, которых обслуживает один доильный аппарат, шт;

$Ц_M$ - стоимость закупки одного центнера молока, руб.;

I_b, I_n - расходы на обслуживание за год, руб.;

E_n - нормативный коэффициент эффективности;

K_1, K_2 - общие капитальные затраты в контрольной и экспериментальной группах, руб.

5.4.4 Расчет экономической эффективности разработанного доильного аппарата с механическим пульсатором

Экономическая эффективность при использовании разработанного доильного аппарата с механическим пульсатором рассчитывалась от приведенных затрат.

Основные показатели, необходимые для расчета приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные для расчета годовой экономической эффективности и предельной стоимости разработанного доильного аппарата с механическим пульсатором

Показатели	Единицы измерения	Нурлат	Экспериментальный доильный аппарат
Поголовье дойного стада	гол.	20	20
Количество доильных аппаратов	шт.	3	3
Время доения	с.	483,6	500,3
Кратность доения	раз/сут.	3	3
Продуктивность первотелок	кг	6732,4	7635,2
Мощность двигателя	кВт	3	3
Стоимость доильного аппарата	руб.	24000	27000
Отчисления на амортизацию	%	16,8	16,8
Отчисления на текущий ремонт и уход	%	14,9	14,9
Тарифная ставка	руб.	98,54	

Экономическая эффективность от использования экспериментального доильного аппарата, полученная в результате расчетов приведена в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Показатели экономической эффективности при использовании разработанного доильного аппарата с механическим пульсатором

Показатели	Единицы измерения	Нурлат	Экспериментальный доильный аппарат
Капитальные вложения	руб.	72000,0	81000,0
Расходы на эксплуатацию:	руб.		
а) Отчисления на амортизацию		12096,0	13608,0
б) расходы на текущий ремонт и уходы		10728,0	12069,0
в) электроэнергия		9360,0	10530,0
Приведенные затраты	руб.	514087,1	507066,2
Экономическая эффективность за год по приведенным затратам в расчете на 20 коров	руб.		81610,6
Экономическая эффективность за год по приведенным затратам в расчете на одну корову	руб.		4080,53
Срок окупаемости	лет		0,99

Как видно из таблицы 5.3 при использовании экспериментального доильного аппарата экономическая эффективность по приведенным затратам выше, чем при применении контрольного доильного аппарата. Экономическая эффективность за год составила 81610,6 рублей. При расчете на одну корову она составила 4080,53 рублей.

ВЫВОДЫ

1. При проведении производственных испытаний, были сделаны следующие выводы, что при использовании экспериментального доильного аппарата наблюдалась большая продолжительность периода ожидания достижения пикового значения молокоотдачи. Он составлял у экспериментального адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором 40,106 с., а у контрольного аппарата «Нурлат»

– 39,443 с., что можно объяснить предварительным стимулирующим массажем долей вымени коровы в течение 20...40 с., который предшествует надеванию стаканов на соски доильного аппарата «Нурлат», а при использовании экспериментального адаптивного доильного аппарата стимуляция молочной железы происходит в процессе доения. Разовый удой коровы был выше в опытной группе на 0,603 кг с применением экспериментального адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором, и составил 9,793 кг. Достоверность различий результатов измерений подтверждалась математической оценкой по *t*-критерию Стьюдента.

2. В результате адаптации режима доения экспериментальным доильным аппаратом, которое заключается в уменьшении таких показателей как, продолжительность такта сосания, вакуумметрическое давление, частота пульсаций, одновременно со снижением интенсивности потока молока, которое выводится из вымени коровы, наблюдалось уменьшение общего количества коров, которые заболели маститом на 11,1%.

3. Использование экспериментального адаптивного доильного аппарата экономически целесообразно. Экономическая эффективность от его применения с учетом приведенных затрат, в расчете на 20 голов, составила 81610,6 рубля.

4. Внедрение экспериментального адаптивного доильного аппарата в фермерском хозяйстве Граб Сергея Николаевича (Приложение И), в фермерском хозяйстве Белашова Александра Александровича (Приложение К) обеспечило получение выручки в размере 269877,1 рублей в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ технологий машинного доения коров и известных технических решений доильного оборудования позволил установить, что в условиях личных подворий и коллективных фермерских хозяйств целесообразно использовать адаптивные доильные аппараты, у пульсаторов которых в зависимости от интенсивности молокоотдачи изменяются как частота пульсаций, так и соотношение тактов.
2. Теоретически и экспериментально доказано, что время включения такта сжатия и такта сосания в доильных стаканах зависит от коэффициента динамической вязкости воздуха, перепада давления на входе и выходе, длины и диаметра канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора. Адекватность теоретической и эмпирической моделей подтверждается F – критерием Фишера. При табличном значении 3,40 его факт составляет 2,06. Согласно данным эксперимента, при длине канала 1,25 м рекомендуемое время включения такта сжатия 0,06 с обеспечивается при его диаметре, равном 3,1 мм.
3. Математическим моделированием рабочего процесса механического пульсатора адаптивного доильного аппарата с доением в бидон установлено, что соотношение тактов пульсатора зависит от диаметра золотника и высоты его паза, толщины пластины, разделяющей камеры вакуумметрического и атмосферного давления, равной по размеру диаметру отверстий, соответствующих диаметру каналов, сообщающих пульсатор с распределительной камерой коллектора, положения золотника относительно данных отверстий, расстояния от внутренней поверхности корпуса пульсатора до линии крепления разделительной пластины к нижней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления, расстояния от внутренней поверхности корпуса пульсатора со стороны камеры постоянного вакуумметрического давления до линии крепления разделительной пластины к верхней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления. Экспериментальными исследованиями доказана справедливость теоретических положений. Адекватность теоретических и экспериментальных уравнений оценивалась по F - критерию Фишера. Фактические значения критерия не превышают 1.11 для такта сжатия и 1.57 для

такта сосания, тогда как табличное значение F-критерия Фишера равно 3,13 для такта сжатия и 2,40 для такта сосания. Установлено, что для обеспечения варьирования соотношения тактов пульсатора в интервале 40:60...60:40 при диаметре золотника, равном 40,0 мм, высоте его паза, равной 40,0 мм и толщине разделительной пластины, соответствующей диаметру канала, сообщающего пульсатор с распределительной камерой коллектора и равному 3,1 мм, расстояние от внутренней поверхности корпуса пульсатора до линии крепления разделительной пластины к нижней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления и расстояние от внутренней поверхности корпуса пульсатора со стороны камеры постоянного вакуумметрического давления до линии крепления разделительной пластины к верхней плоскости внутренней поверхности золотника со стороны камеры постоянного атмосферного давления должно составлять 12,0 мм.

4. Установлена зависимость перемещения золотника от его диаметра и веса, давления, действующего на золотник, и жесткости пружины. Теоретически и экспериментально доказано, что для обеспечения перемещения золотника из крайнего верхнего положения в крайнее нижнее положение при диаметре золотника 40,0 мм и вакуумметрическом давлении под штоком 40,0 кПа жесткость пружины должна быть 1500,0 Н/м.

5. Математическим моделированием рабочего процесса привода золотника во вращательное движение и экспериментальными исследованиями установлено, что потребляемая мощность зависит от диаметра и высоты паза золотника, вакуумметрического давления, коэффициента трения скольжения золотника о внутреннюю поверхность пульсатора, и частоты вращения золотника. Адекватность теоретических и эмпирических уравнений подтверждена оценкой по F – критерию Фишера. Установлено, что при диаметре золотника и высоте его паза, равными 40,0 мм, вакуумметрическом давлении 48,0 кПа, коэффициенте трения скольжения, равном 0,08, и частоте вращения золотника – 60,0 об/мин., мощность привода должна быть не менее 1,6 Вт.

6. Установлено, что в результате использования экспериментального адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором в сравнении с доильным аппаратом

«Нурлат» молочная продуктивность коров увеличилась на 6,1 %, а заболеваемость маститом уменьшилась на 11,1 %. Экономическая эффективность от применения адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором, в расчете на 20 голов, составила 81610,6 рубля. Внедрение экспериментального адаптивного доильного аппарата на предприятиях Белгородской области обеспечило получение выручки более 269877,1 рублей в год.

Рекомендации производству

Для повышения эффективности молочного производства за счет повышения удоев КФХ и ЛПХ рекомендуется использовать адаптивный доильный аппарат с доением в бидон с механическим пульсатором. Результаты исследований могут быть использованы предприятиями, создающими и реализующими доильное оборудование.

Перспективы дальнейшей разработки темы исследования

В дальнейшей перспективе научных исследований целесообразно продолжить эксперимент в направлении автоматизации процесса доения адаптивными доильными аппаратами с почетвертным управлением режимом доения.

Список литературы

1. Источник: <https://base.garant.ru/70210644/>
2. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства / Под ред. директора Департамента научно-технической политики и образования Минсельхоза России В.В. Нунгезера, акад. Россельхозакадемии Ю.Ф. Лачуги и чл.-корр. Россельхозакадемии В.Ф. Федоренко. – Ч. II. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 492 с.
3. Андреева Е.В. Концепция развития технологий и технических средств для производства молока // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. 2003. № 4. С. 1157.
4. Барышников И.А. Физиологические механизмы машинного доения. – М.-Л.: Наука, 1964. – С.8-10
5. Симарев Ю. Инженеры и конструкторы, учите физиологию.// Сельский механизатор – 2006г. - №3 – С.30
6. Карташов Л.П. и др. Учебник мастера машинного доения / Л.П. Карташов, В.Г. Звиняцковский, Л.И. Сорокина и др.– М.: Колос, 1994. – 368 с., [8] л. ил.: ил. – (Учебники и учебные пособия для кадров массовых профессий)
7. Карташов Л.П. Машинное доение коров. – М.: Колос, 1982.-301с., ил.
8. Карташов Л.П. и Куранов Ю.Ф. Машинное доение коров. Учебное пособие для подготовки рабочих на производстве. М., «Высшая школа», 1969г.
9. Симарев Ю. Эффективность машинного доения.// Сельский механизатор – 2004г. - №12 – С.20-21
10. Карташов Л.П. и др. Механизация, электрификация и автоматизация животноводства / Л.П. Карташов, А.И. Чугунов, А.А. Аверкиев. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Колос, 1997. 368 с. – (Учебники и учебные пособия для высших учебных заведений)
11. Курак А.С., Барановский М.В., Кажеко О.А., Москалев А.А. Способ преддоильной подготовки вымени коров // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена знака почета государственная академия ветеринарной медицины. - 2015.- т. 51. - № 1-2.- с. 62-65.

12. Забродина О.Б., Мартыненко О.И. Адаптивное управление процессом доения.// МЭСХ – 2010г. - №7 – С.28-29
13. Аверкиев А.А., Баловнева Е.Г. Предпосылки разработки модели механической стимуляции рефлекса молокоотдачи коров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета – 2012г. – №1(33) – С.86-89
14. Петухов Н.А., Петухов В.Н., Диденко А.А. Доильный аппарат, соответствующий физиологическим требованиям животного. //Достижения науки и техники АПК - 2009г. - №10 – С.44-46
15. Винников И.К. Основные направления модернизации доения коров // Вестник аграрной науки Дона – 2011г. - №1(13) – С.74-79
16. Rozentals M., Laurs A., Priekulis J. Research in milking intervals on practice farm using automated milking systems // Engineering for rural development – 2017 – p. 1292-1295
17. Петухов Н.А., Петухов В.Н., Диденко А.А. Перспективные направления доильных аппаратов.// Техника и оборудование для села – 2009г. - №9 – С.23-25
18. Карташов Л.П., Трубников В.В. Способ оценки доильных аппаратов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета – 2011г. – №2(30) – С.74-75
19. Саврасов М., Арсеньев Д., Смелик В. Выбор доильного аппарата.// Сельский механизатор – 2007г. - №4 – С.30-31
20. Белокобыльский А.А. Обоснование параметров доильного аппарата с управляемым режимом работы.// МЭСХ – 2007г. - №11 – С. 9-12
21. Борознин В.А., Борознин А.В. Обоснование диагностических параметров пульсатора.// МЭСХ – 2007г. - №3 – С. 16-18
22. Корж Г.П. Результаты исследования динамики выведения молока из вымени лактирующих животных /Г.П. Корж // Труды / Кубанский СХИ, 1984. Вып. 239. С. 80-88.
23. Соляник С.С. Вакуумный режим доильных установок.// МЭСХ – 2007г. - №5 – С. 15-16

24. Ижболдина С., Попов А., Николаев В. Настройка доильных аппаратов.//Сельский механизатор – 2004г. - №7 – С.28
25. Пейнович М. Л. Новые данные по физиологии доения // Тр. СибНИИЖа. Новосибирск, 1957. Вып. 13.
26. Петухов Н.А., Петухов В.Н. Исследование стимулирующего воздействия на молокоотдачу коров.// Техника в сельском хозяйстве – 2013г. - №3 – С.24-25
27. Ужик О.В. К обоснованию параметров регулирующих устройств адаптивного доильного аппарата // Вестник Казанского ГАУ – 2013г. – № 4 (30) – С.82-86
28. Andersons E., Laurs A., Priekulis J. Studies on liner vacuum in high and low level milking systems // Engineering for rural development – 2014 – p. 94-98
29. Щукин С.И., Петров И.Е. Доильный аппарат с независимым вакуумом.//МЭСХ – 2012г. - №2 – С. 9-11
30. Балковой И.И. Лечение коров при мастите полем УВЧ / Ветеринария. 1990. № 9. С. 46.
31. Борознин В.А., Борознин А.В. Обоснование диагностических параметров пульсатора.// МЭСХ – 2007г. - №3 – С. 16-18
32. Вторый В.Ф., Вторый С.В. Оценка качества работы пульсаторов доильных аппаратов.// МЭСХ – 2012г. - №3 – С.19-20
33. Винников И.К., Бенова Е.В., Пахомов Ю.В. Релейные характеристики пульсаторов двухрежимных двух-трехтактных доильных аппаратов // Вестник аграрной науки Дона. -2008.- № 2.- С. 47-52.
34. Мартынов Е.А. Автоматизация доения коров с применением манипуляторов доения / Е.А. Мартынов, О.А. Чехунов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства.- 2015. - № 3 (19). - С. 51-53.
35. Ужик О.В., Ужик Я.В. Основа повышения эффективности машинного доения коров – автоматизация элементов технологического процесса.// Достижения науки и техники АПК - 2008г. - №6 – С.47-49

36. Шулятьев В.Н. и др. Усовершенствованный доильный аппарат.//Техника в сельском хозяйстве – 2006г. - №6 – С.12-13
37. Вагин Б.И., Шилин В.А., Герасимова О.А., Шапетько М.Л. Исследование доильного аппарата с пульсатором попарного действия // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. -2013. -№ 1 (09).- С. 92-109.
38. Козлов А.Н., Мавлянов Г.М. Стабилизация режима работы клапанно-мембранного пульсатора доильного аппарата // В сборнике: Достижения науки - агропромышленному производству материалы LIII международной научно-технической конференции. - 2014. - С. 129-135.
39. Пахомов Ю.В. К обоснованию параметров и режимов работы двух-трехтактного доильного аппарата с управляемым пульсатором // В сборнике: Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных; Материалы Международной научно-практической конференции. - 2008. - С. 139-142.
40. Гринченко В.А., Капустин И.В. Приборы и методика определения эксплуатационных параметров пульсаторов доильных аппаратов // Сборник научных статей по материалам V Международной научно-практической конференции в рамках XII Международной агропромышленной выставки "Агроуниверсал-2010". - Министерство сельского хозяйства РФ, ФГОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет; Редакционная коллегия: А.В. Орлянский, В.И. Будков, Д.И. Грицай (отв. за выпуск). - 2010. - С. 58-61.
41. Кучерук В.Ю., Кулаков П.И., Гнесь Т.В., Паламарчук Е.А. Датчик интенсивности молоковиддачи переносного доильного аппарата для стойлового молокопровода // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. - 2013. - № 3 (44). - С. 44-48.
42. Ульянов В.М., Хрипин В.А., Набатчиков А.В., Панферов Н.С., Хрипин А.А. Обоснование конструктивно-режимных параметров доильного аппарата с верхним отводом молока из коллектора // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2017. - № 3 (35). - С. 106-113.

43. Китиков В.О., Таркановский И.Н. Анализ эффективности эксплуатации доильных машин с рабочим вакуумом 43 и 48 кПа // В сборнике: Механизация и электрификация сельского хозяйства Межведомственный тематический сборник (к 80-летию со дня образования НАН Беларуси). Минск, 2008. С. 171-176.
44. Ульянов В.М., Костенко М.Ю., Хрипин В.А., Карпов Ю.Н., Набатчиков А.В. Теоретические исследования устройства доильного аппарата для защиты вымени от вредного воздействия вакуума // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2015. № 1 (25). С. 80-85.
45. Борознин В.А., Борознин А.В. Расчетный метод определения периодичности диагностирования и технического обслуживания основных узлов и агрегатов доильного оборудования // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 3 (35). С. 216-222.
46. Андреева Е.В. Доильный аппарат с однокамерными доильными стаканами и управляемым режимом доения // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. 2005. № 4. С. 1118.
47. Винников И.К., Бахчевников О.Н., Пахомов Ю.В. Обоснование выбора рациональных схем вакуумных пульсаторов для управляемых доильных аппаратов // Сборник научных трудов 8-й Международной научно-практической конференции "Инновационные разработки для АПК": в 2-х частях. Редакционная коллегия: Хлыстунов В.Ф. ответственный редактор, Рыков В.Б., Пахомов А.И., Газалов В.С., Брагинеу С.В., Кушнарев А.П. ответственный секретарь. 2013. С. 86-94.
48. Юданова А.В. Обоснование параметров доильного аппарата попарного доения со стимуляцией рефлекса молокоотдачи и управляемым режимом работы // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. 2006. № 1. С. 260.
49. Козлов А.Н. Экспериментальные исследования мембранно-клапанных пульсаторов доильных аппаратов // АПК России. 2017. Т. 24. № 5. С. 1168-1177.
50. Гринченко В.А. Процессы изменения давления в доильном аппарате // Theoretical & Applied Science . 2014. № 12 (20). С. 86-89.

51. Патент №2410872 RU МПК А01J5/04 (2006.1). Доильный аппарат / Ужик В.Ф., Чехунов О.А. - №2009127244/05. Заявлено 14.07.2009; Оpubл. 10.02.2011 Бюл. №4
52. Патент №2063126 RU МПК А01J5/04 (1995.01). Доильный аппарат / Воробьев Г.Н. - №94 94003173. Заявлено 28.01.1994; Оpubл. 10.07.1996
53. Патент №1660638 SU МПК А01J5/04. Доильный аппарат / Головань В.Т., Вельчо С.Ф., Ачмиз Ю.Ш., Еременко О.Н., Новоселова В.А. - № 89 4739925. Заявлено 22.08.1989; Оpubл. 07.07.1991 Бюл. №25
54. Патент №1526564 SU МПК А01J5/04. Доильный аппарат / Танака Т., Ибуки Т., Накамура Е., Ямамото М. - № 84 3794605. Заявлено 25.09.1984; Оpubл. 30.11.1989 Бюл. №44
55. Патент №2013046 Российская Федерация, МПК А01 J5/04. Доильный аппарат: № 914934405: заявл. 05.05.1991: опубл. 30.05.1994: Андрианов А.М., Рычков В.И., Андрианов Е.А. - 5с.
56. Патент № 2442319 RU МПК А01J5/00, А01J5/10. Доильный аппарат / Андрианов Е. А., Андрианов А.А., Андрианов А.М., Злобин В.В. – №2010112576/13 Заявлено 31.03.2010; Оpubл. 20.02.2012 Бюл. № 5
57. Полезная модель № 101320 RU МПК А01J5/02 (2006.01). Доильный аппарат / Шулятьев В.Н., Сурков С.В. - № 2010133843/21 Заявлено 12.08.2010; Оpubл. 20.01.2011 Бюл. № 2.
58. Патент №2115304 RU МПК А01J 5/04 (1995.01). Доильный аппарат / Некрашевич В.Ф., Захаров В.А., Ульянов В.М., Утолин В.В. -№ 97108417/13 Заявлено 20.05.1997; Оpubл. 20.07.1998.
59. Патент №2565274 RU МПК А01J5/02 (2006.01). Доильный аппарат / Гочмурадов Г.К., Гочмурадов М.Г., Гочмырадов М.Г. - №2013125298/13 Заявлено 31.05.2013; Оpubл. 20.10.2015 Бюл. № 29.
60. Патент № 2454068 RU МПК А01J5/00 (2006.01). Доильный аппарат / Ульянов В.М., Чумиков В.В., Карпов Ю.Н. - №2010130445/13 Заявлено 20.07.2010; Оpubл. 27.06.2012 Бюл. № 18

61. Патент №94044997 Российская Федерация, МПК А01 J5/08. Доильный аппарат: №94044997: заявл. 30.06.1992: опубл. 30.08.1994: Белянчиков Н.Н., Мурсидзе Д.Н., Колпаков И.М., Чугунов А.И., Симарев Ю.А. - 7с.

62. Патент № 2440716 Российская Федерация, МПК А01 J5/00 (2006.01). Двухрежимный доильный аппарат: № 2010108555/13: заявл. 09.03.2010: опубл. 27.01.2012: Винников И.К., Пахомов Ю.В., Бахчевников О.Н., Коваленко А.В., Шелушинина И.А. – 8с.

63. Патент №2091013 Российская Федерация, МПК А01 J5/04 (1995.01). Доильный аппарат: № 93018300/13: заявл. 09.04.1993: опубл. 27.09.1997: Гайфутдинов М.Ф. – 8с.

64. Патент №2361390 RU МПК А01J5/04 (1995.01). Доильный аппарат / Гайфутдинов М.Ф. - № 2008106715/12 Заявлено 21.02.2008; Оpubл. 20.07.2009
Коррекция опубл. 27.01.2010 Бюл. № 3

65. Патент №2493696 Российская Федерация, МПК А01 J5/00 (2006.01). Доильный аппарат: №2012126476/13: заявл. 25.06.2012: опубл. 27.09.2013: Ульянов В.М., Карпов Ю.Н., Коледов Р.В., Набатчиков А.В. – 6с.

66. Патент №2357411 Российская Федерация, МПК А01 J5/04 (2006.01). Доильный аппарат: № 2007147159/12: заявл. 18.12.2007: опубл. 10.06.2009: Продивлянов А.В., Кузнецов Д.Ю. – 7с.

67. Полезная модель №126563 RU МПК А01J5/14 (2006.01). Электропульсатор попарного доения на основе линейного электродвигателя / Никитенко Г.В., Капустин И.В., Гринченко В.А - № 2012123542/13 Заявлено 06.06.2012; Оpubл. 10.04.2013 Бюл. № 10

68. Полезная модель №95222 RU МПК А01J5/14 (2006.01). Электропульсатор доильного аппарата / Никитенко Г.В., Капустин И.В., Гринченко В.А - № 2010108042/22 Заявлено 04.03.2010; Оpubл. 27.06.2010 Бюл. № 18

69. Полезная модель № 38531 RU МПК А01J5/12 (2000.01), А01J7/00 (2000.01). Пульсоколлектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. - № 2003122428/20 Заявлено 21.07.2003; Оpubл. 10.07.2004 Бюл. № 19

70. Полезная модель № 50078 RU МПК А01J5/10 (2000.01), А01J5/12 (2000.01). Пульсоколлектор доильного аппарата / Дорофеев С.В., Сабиев У.К., Егорова Т.С. - № 2004132472/22 Заявлено 09.11.2004; Оpubл. 27.12.2005 Бюл. № 36

71. Полезная модель №140307 RU МПК А01J5/10 (2006.01). Пульсатор пневматический доильного аппарата / Козлов А.Н., Мавлянов Г.М. - № 2013150411/13 Заявлено 12.11.2013; Оpubл. 10.05.2014 Бюл. № 13

72. Полезная модель № 43433 RU МПК А01J5/10 (2000.01). Пульсатор доильного аппарата / Склярв А.И. - № 2004132910/22 Заявлено 12.11.2004; Оpubл. 27.01.2005 Бюл. № 3

73. Патент №2174302 RU МПК А01J5/12 (2000.01). Пульсатор доильного аппарата / Грицаенко Л.В., Фененко А.И., Ясенецкий В.А., Могильный А.Н., Черный Н.В., Прудников В.Г. - №99125592/13 Заявлено 06.12.1999; Оpubл. 10.10.2001 Бюл. № 28

74. Патент № 2075928 RU МПК А01J5/14 (1995.01). Электромагнитный пульсатор доильного аппарата / Петухов Н.А., Петухов В.Н. - № 95 95105063, Заявлено 04.04.1995; Оpubл. 27.03.1997

75. Патент № 2399198 RU МПК А01J5/10 (2006.01). Пульсатор / Лужков Ю.М., Милехин В.М., Рыжнев В.Ю. - № 2008142844/12 Заявлено 29.10.2008; Оpubл. 20.09.2010 Бюл. № 26

76. Патент № 2111654 RU МПК А01J5/10 (1995.01). Пульсатор / Барагунов Б.Я., Барагунов А.Б. - №96105556/13 Заявлено 19.03.1996; Оpubл. 27.05.1998

77. Патент № 2289239 RU МПК А01J5/12 (2006.01). Пневматический пульсатор для доильных установок / Николини Г., Сикури Р. - № 2003104617/12 Заявлено 17.02.2003; Оpubл. 20.12.2006 Бюл. № 35

78. Патент №2621318 RU, МПК А 01 j 5/04 (2006.01).. Доильный аппарат // Клёсов Д.Н., Ужик В.Ф., Фурсенко А.А. - №2016100964/16 Заявлено 13.01.2016. Оpubл. 01.06.2017 Бюл. №16

79. Патент №2539957 RU, МПК А 01 j 5/10 (2006.01). Пульсатор для доильных установок / Ужик В.Ф., Клёсов Д.Н., Ужик О.В. – №2013146314/13 Заявлено 16.10.2013; Опубл. 27.01.2015 Бюл. №3

80. Ужик В.Ф. Механический пульсатор для доильного аппарата / В.Ф. Ужик, Д.Н. Клёсов, О.В. Ужик // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства, 2014. - № 4 (16). - С. 86-88.

81. Ужик В.Ф. Пульсатор адаптивного доильного аппарата / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов, О.В. Ужик, П.Ю. Кокарев, Д.Н. Клёсов // Сельский механизатор. – 2014.- №12. – с. 26-27.

82. Ужик В.Ф. Обоснование конструктивно-режимных параметров пульсатора адаптивного доильного аппарата / В.Ф. Ужик, О.В. Ужик, О.А. Чехунов, Д.Н. Клёсов, В.А. Шахов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015.- №6 (56). – с. 88-90.

83. Ужик В.Ф., Клёсов Д.Н. К обоснованию конструктивно-режимных параметров пульсатора доильного аппарата / В.Ф. Ужик, Д.Н. Клёсов // В сборнике: Проблемы и решения современной аграрной экономики Материалы конференции. 2017. С. 104-105.

84. Клёсов Д.Н. Виртуальное моделирование пульсатора доильного аппарата средствами "КОМПАС-3D" и его прототипирование / Д.Н. Клёсов // В сборнике: Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн Материалы IV Международной научно-практической конференции. 2017. С. 429-432.

85. Ужик В.Ф., Клёсов Д.Н. К созданию доильного аппарата с управляемым режимом доения / В.Ф. Ужик, Д.Н. Клёсов // В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий Материалы XX Международной научно-производственной конференции. 2016. С. 110-111.

86. Клёсов Д.Н., Ужик В.Ф. Адаптивный доильный аппарат / Д.Н. Клёсов, В.Ф. Ужик // В сборнике: Инновационные технологии и технические средства для АПК Материалы международной научно-практической конференции молодых

ученых и специалистов. Под общей редакцией Н.И. Бухтоярова, Н.М. Дерканосовой, В.А. Гулевского. 2016. С. 44-47.

87. Ужик В.Ф., Клёсов Д.Н. Разработка адаптивного доильного аппарата с механическим пульсатором / В.Ф. Ужик, Д.Н. Клёсов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2016. № 3 (23). С. 57-61.

88. Ужик В.Ф., Клёсов Д.Н. Разработка пульсатора для доильного аппарата / В.Ф. Ужик, Д.Н. Клёсов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 4 (12). С. 20-29.

89. Ужик В.Ф., Клёсов Д.Н. Совершенствование адаптивного доильного аппарата / В.Ф. Ужик, Д.Н. Клёсов // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК материалы Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Управление образования и науки Тамбовской области, Управление сельского хозяйства Тамбовской области, Мичуринский государственный аграрный университет. 2015. С. 60-66.

90. Клёсов Д.Н., Ужик В.Ф., Ужик О.В., Чехунов О.А. К созданию пульсатора для адаптивных доильных аппаратов / Д.Н. Клёсов, В.Ф. Ужик, О.В. Ужик, О.А. Чехунов // В сборнике: Исследования молодых ученых – аграрному производству Материалы онлайн-конференции, посвященной Дню российской науки . Ассоциация аграрных вузов ЦФО. 2015. С. 84-90.

91. Ужик В.Ф., Клёсов Д.Н. К обоснованию конструкции доильного аппарата / В.Ф. Ужик, Д.Н. Клёсов // В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий Материалы XIX Международной научно-производственной конференции. ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. 2015. С. 77-78.

92. Ужик В.Ф., Клёсов Д.Н. Адаптивный доильный аппарат с механическим пульсатором / В.Ф. Ужик, Д.Н. Клёсов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2015. № 3 (19). С. 81-85.

93. Ужик В.Ф., Клесов Д.Н. К созданию адаптивного доильного аппарата / В.Ф. Ужик, Д.Н. Клёсов // В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного

развития агроинженерии, энергоэффективности и IT-технологий Материалы XVIII Международной научно-производственной конференции. 2014. С. 200.

94. Ужик В. Ф., Клесов Д. Н., Китаева О. В. К изменению конструктивно-режимных параметров пульсатора доильного аппарата / В.Ф. Ужик, Д.Н. Клёсов, О.В. Китаева // Научная жизнь. 2018. №12. С. 37-44.

95. Разработка адаптивного доильного аппарата [Электронный ресурс]: отчет о НИР / ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ; рук. Клёсов Д.Н.; исполн.: Клёсов Д.Н. – Изд-во: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. – 54 с. – Режим доступа: http://www.bsaa.edu.ru/bitrix/redirect.php?event1=news_out&event2=%2Fupload%2Fiblock%2F4f1%2F%CA%EB%B8%F1%EE%E2_%EE%F2%F7%E5%F2_2016.pdf&event3=%2F%CA%EB%B8%F1%EE%E2_%EE%F2%F7%E5%F2_2016.pdf&goto=%2Fupload%2Fiblock%2F4f1%2F%CA%EB%B8%F1%EE%E2_%EE%F2%F7%E5%F2_2016.pdf (22.11.2020)

96. Разработка адаптивного доильного аппарата [Электронный ресурс]: презентация НИР / ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ; исполн.: Клёсов Д.Н.; науч. рук.: Ужик В.Ф. – Изд-во: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. – 28 с. – Режим доступа: http://www.bsaa.edu.ru/upload/iblock/416/Клёсов_отчет_2016_презентация.pdf (22.11.2020)

97. <http://manyfactors.ru/Дегтярев%20Д.А.Пошаговая%20методика%20проведения%20МФЭ%20-%20статья.pdf>

98. Фишер Р.А. Статистические методы для исследователей / Р.А. Фишер - Москва, Госстатиздат, 1958, 267 с.

99. Ужик В. Ф., Ужик О. В., Ужик Я. В. Теория технологий и технических средств в животноводстве: монография. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2009. - 198 с.

100. Ужик В.Ф. Адаптивное доильное оборудование. Теория и расчет / монография. Белгород – 2009. – 485 с.

101. Цой Ю.А. Процессы и оборудование доильно-молочных отделений животноводческих ферм (монография). – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. – 424 с.

102. Применение тензометрии в машиностроении //Под ред. Петухова П.З. и Казанцева А.В. – М.: Машгиз, 1956. – 236 с.: ил.; - 21 см. – (Из опыта исследовательской работы машин на Уральских заводах). – Библиогр.: с. 232 – 234.; 5000 экз.
103. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных // М.: Колос, 1973, изд. 3. – 194 с.
104. Вадзинский Р. Статистические вычисления в среде Excel. Библиотека пользователя. – СПб.: Питер, 2008. – 608 с.
105. Вучков И. Прикладной регрессионный анализ / И. Вучков, Л. Бояджиева, Е. Солаков. – М.: Финансы и статистика, 1987. - 239 с, ил.
106. 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.
107. Славутский Л.А. Основы регистрации данных и планирования эксперимента. Учебное пособие: Изд-во ЧГУ, Чебоксары, 2006, 200 с.
108. Бурдин Ю.М., Янюшкина А.И. Методика ускоренной оценки продуктивности первотелок. // Тр. Сиб. отд. ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1987.- с. 11-15.
109. 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.
110. Власов Н.С. Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники // М.: Колос, 1968. – 128 с.
111. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники // Часть 2. – Нормативно-справочный материал. – Москва. – 1998.
112. Unilactor, Alfa-Laval.
113. В мире доильной техники – традиции и современность. / Источник: https://www.dairynews.ru/news/v_mire_doilnoj_tehniki--tradicii_i_sovremennost.html
114. Каталог продуктов Delaval. / Источник: <https://www.delaval.com/globalassets/russia/catalogs/delaval-main-catalog.pdf>

115. Jungbluth, T., Büscher, W., Krause, M. Technik Tierhaltung: Buch, Monografie. - Eugen Ulmer , Stuttgart, 2017. – 322 s.

ПРИЛОЖЕНИЯ

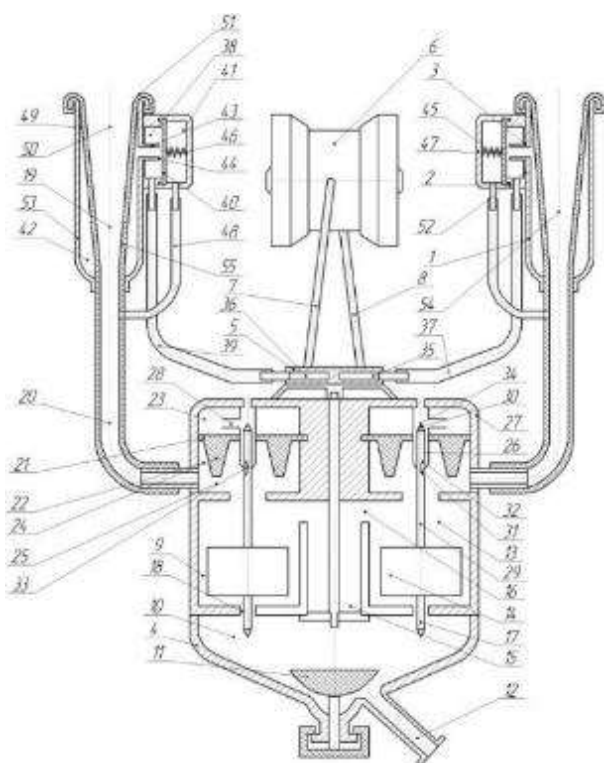


Рисунок 1 – Доильный аппарат

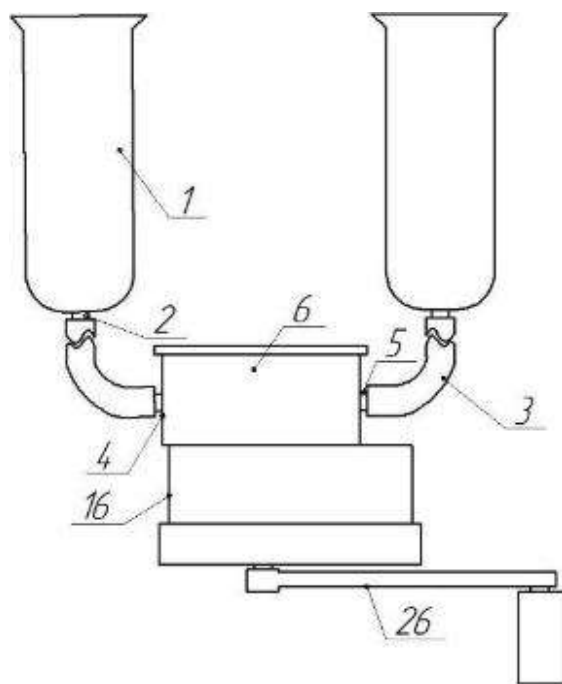


Рисунок 2 – Доильный аппарат

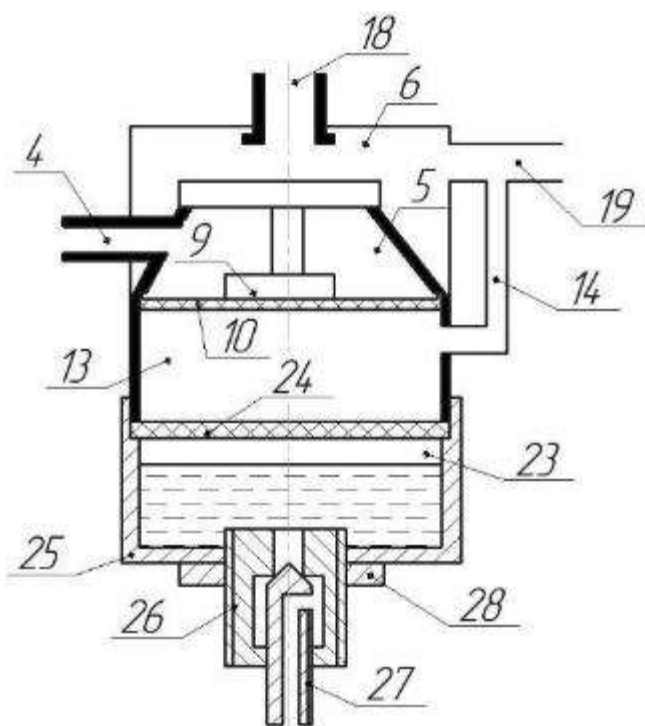


Рисунок 3 – Доильный аппарат

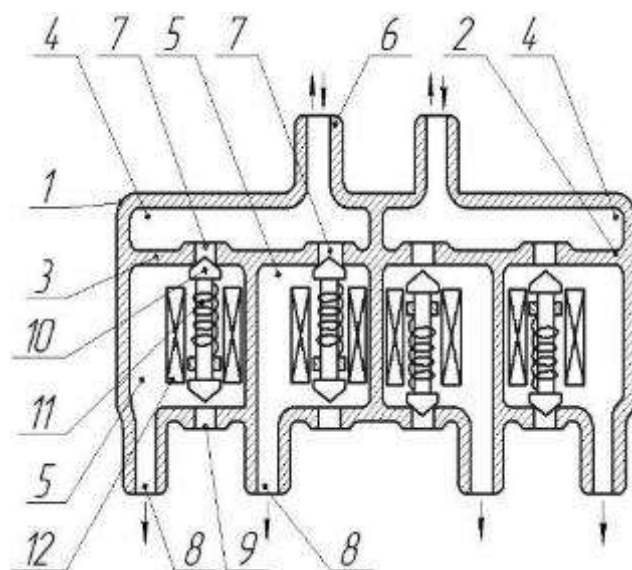


Рисунок 4 – Доильный аппарат

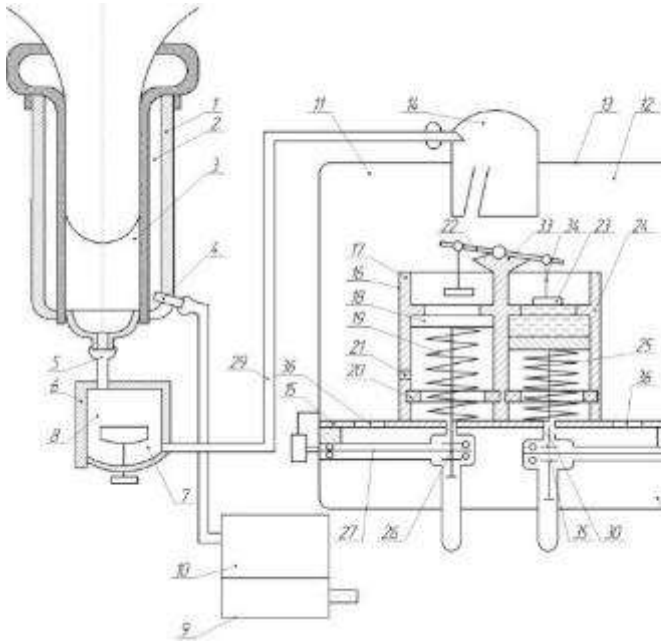


Рисунок 5 – Доильный аппарат

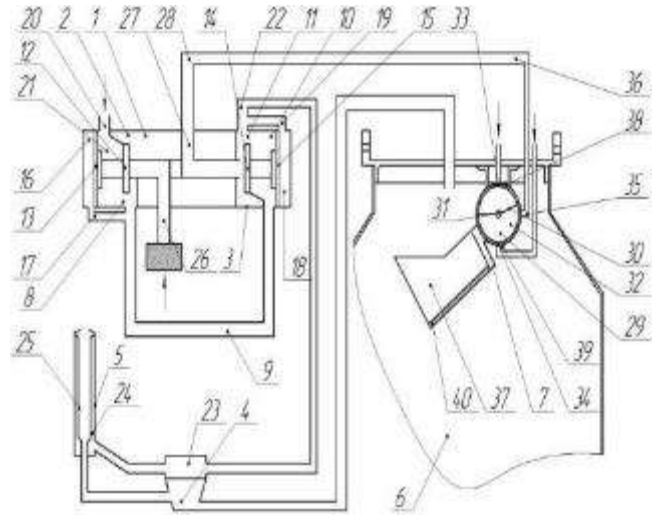


Рисунок 6 – Доильный аппарат

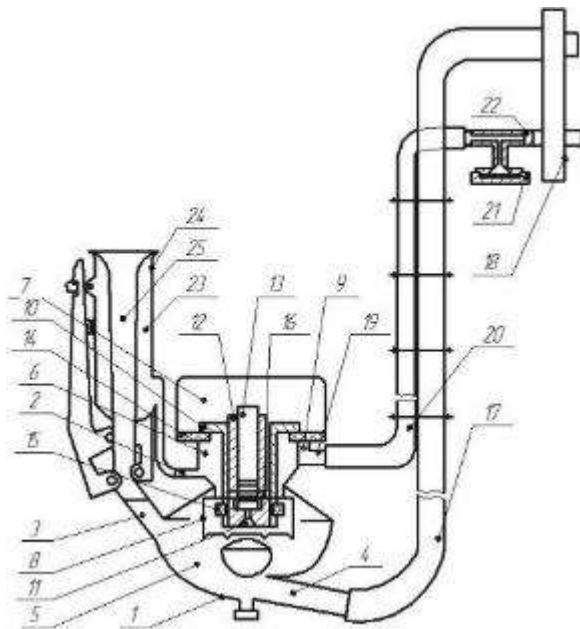


Рисунок 7 – Доильный аппарат

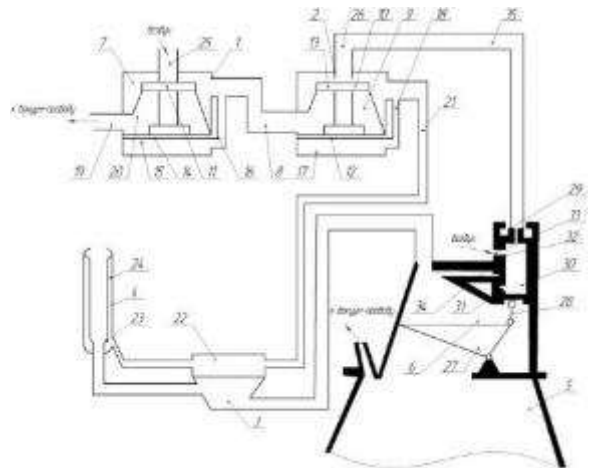


Рисунок 8 – Доильный аппарат

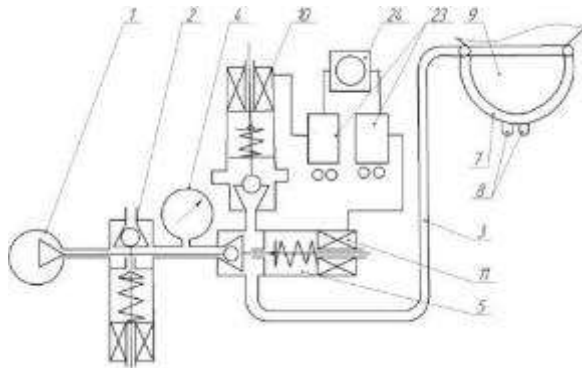


Рисунок 9 – Доильный аппарат

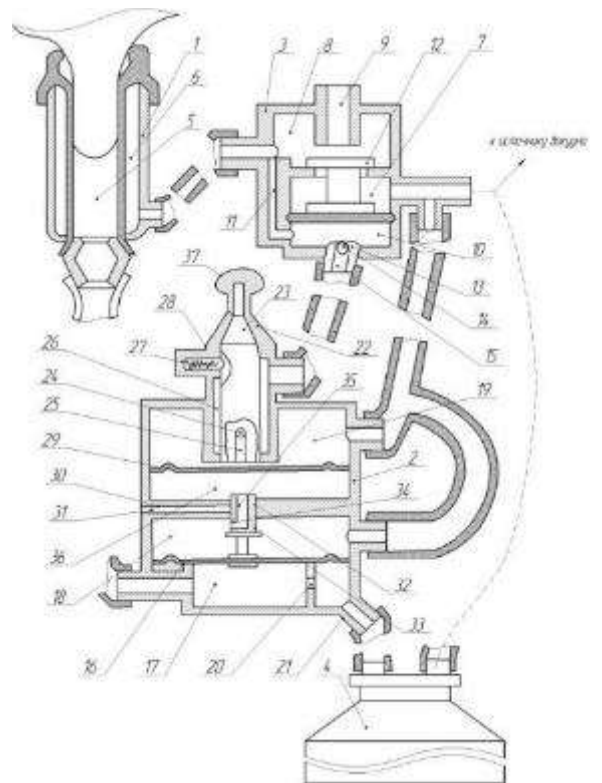


Рисунок 10 – Доильный аппарат

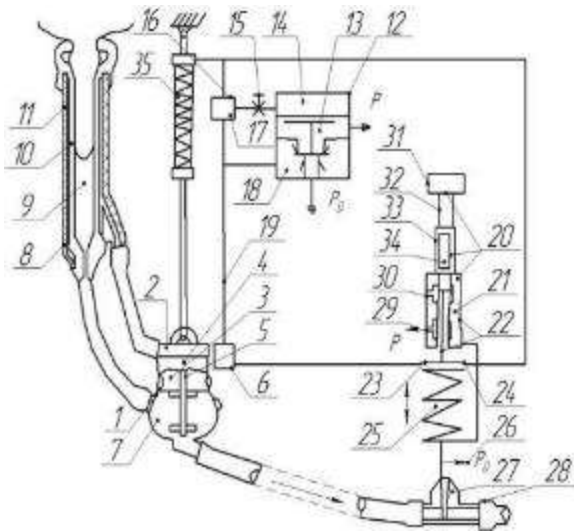


Рисунок 11 – Двухрежимный доильный аппарат

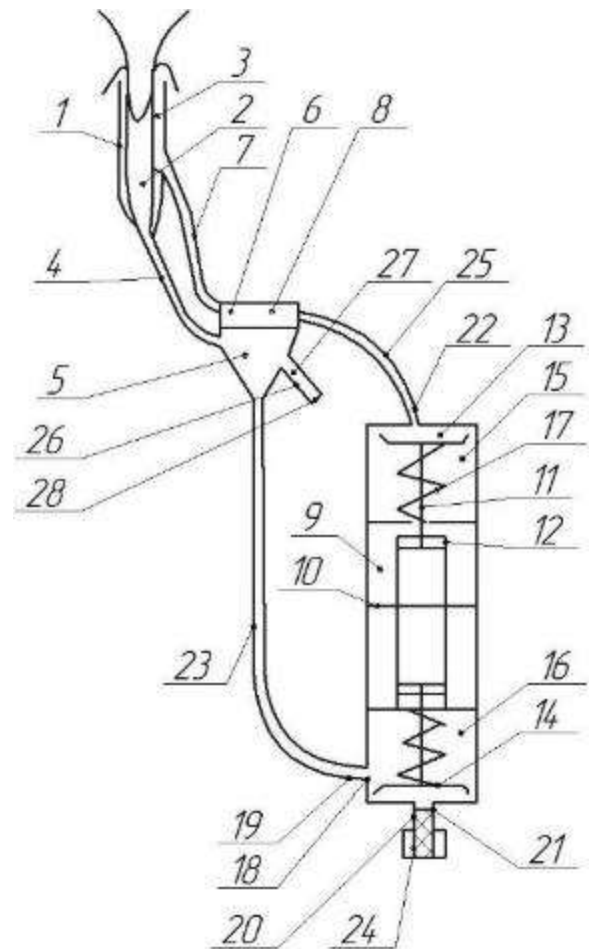


Рисунок 12 – Доильный аппарат

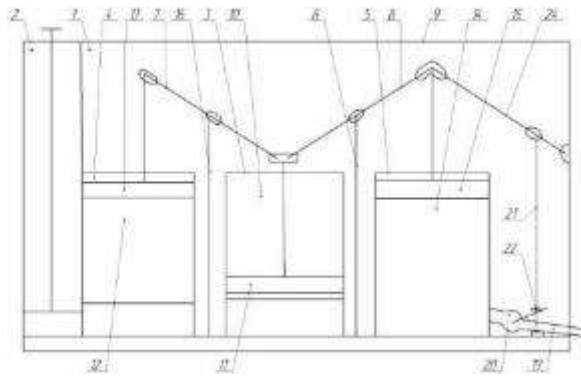


Рисунок 13 – Доильный аппарат

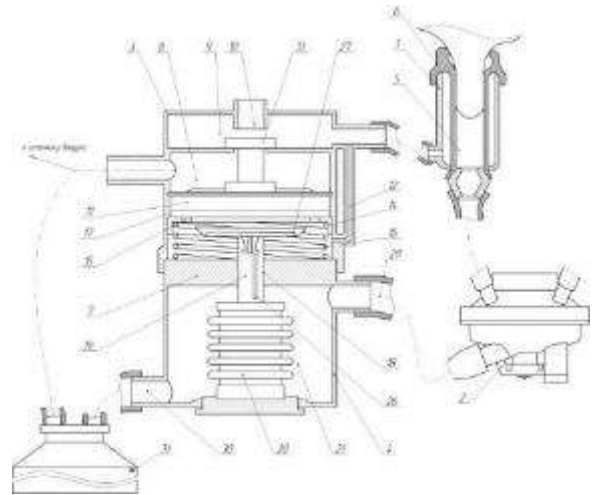


Рисунок 14 – Доильный аппарат

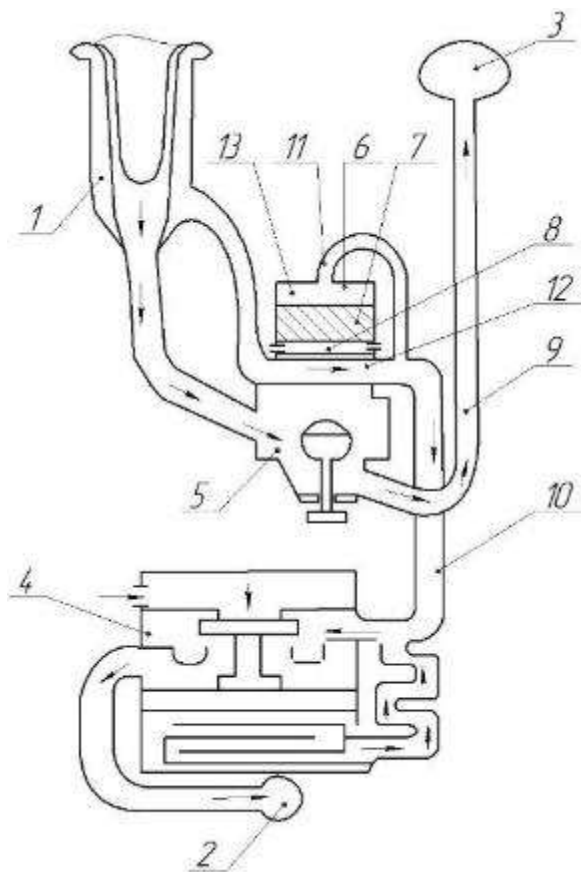


Рисунок 15 – Доильный аппарат

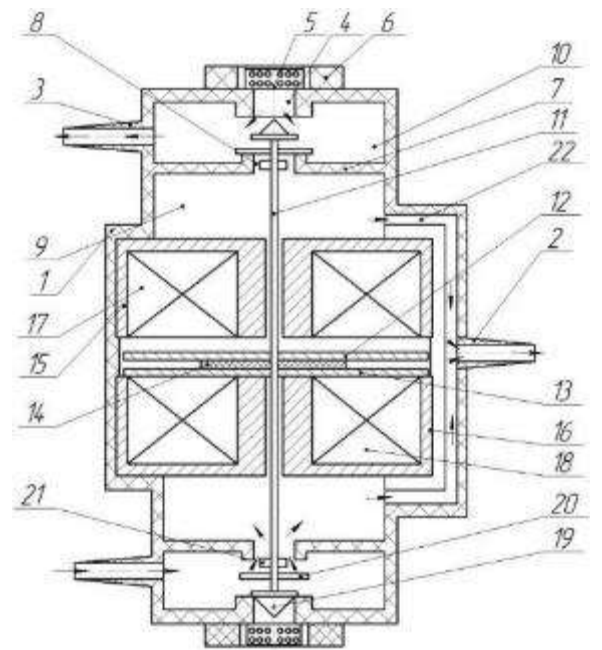


Рисунок 16 - Электропульсатор попарного доения на основе линейного электродвигателя

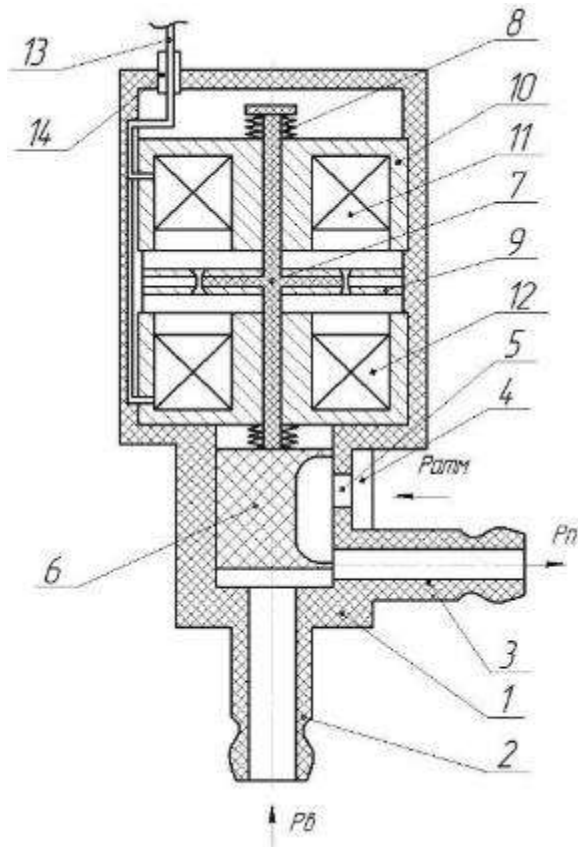


Рисунок 17 – Электропульсатор доильного аппарата

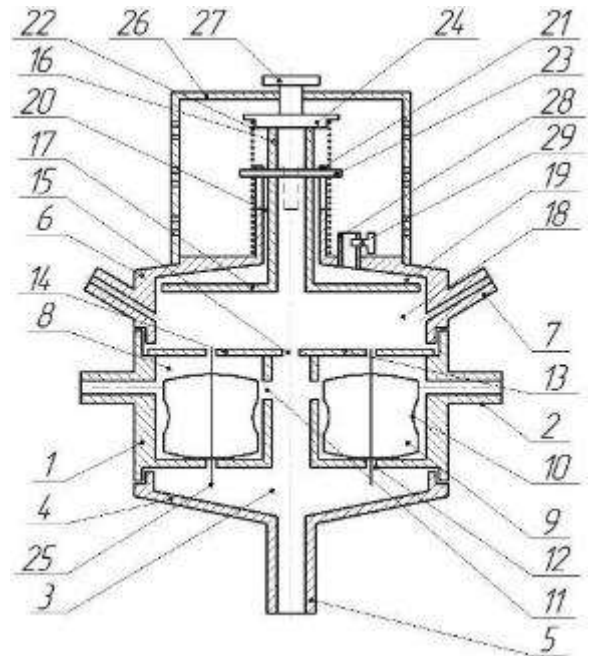


Рисунок 18 – Пульсоколлектор доильного аппарата

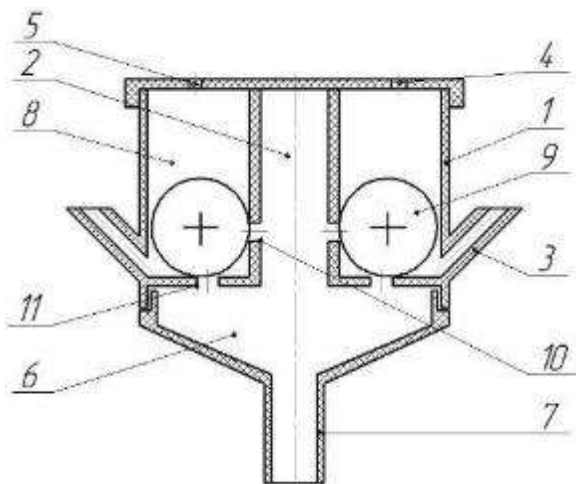


Рисунок 19 - Пульсоколлектор доильного аппарата

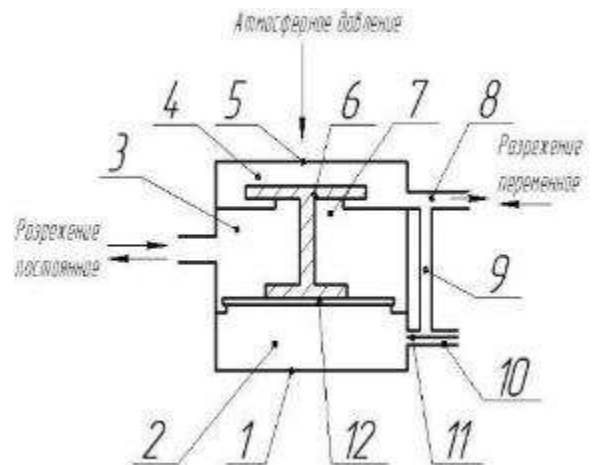


Рисунок 20 - Пульсатор пневматический доильного аппарата

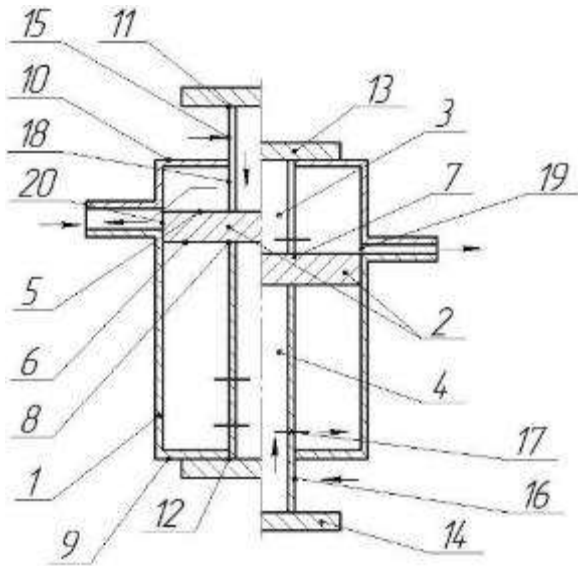


Рисунок 21 – Пульсатор доильного аппарата

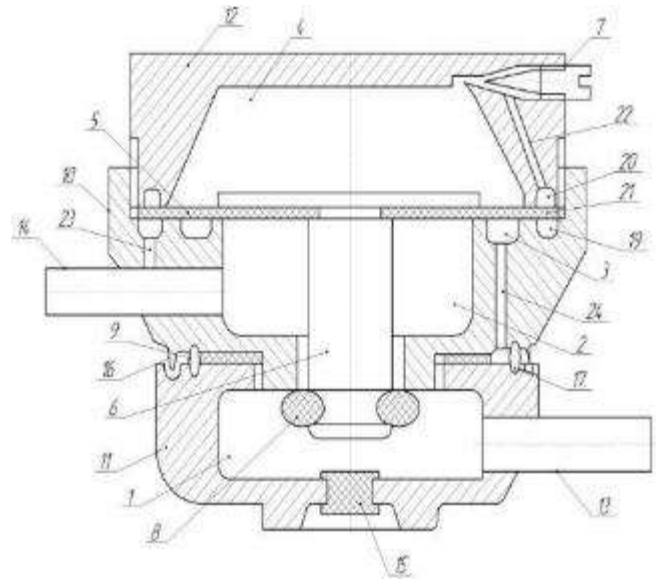


Рисунок 22 – Пульсатор доильного аппарата

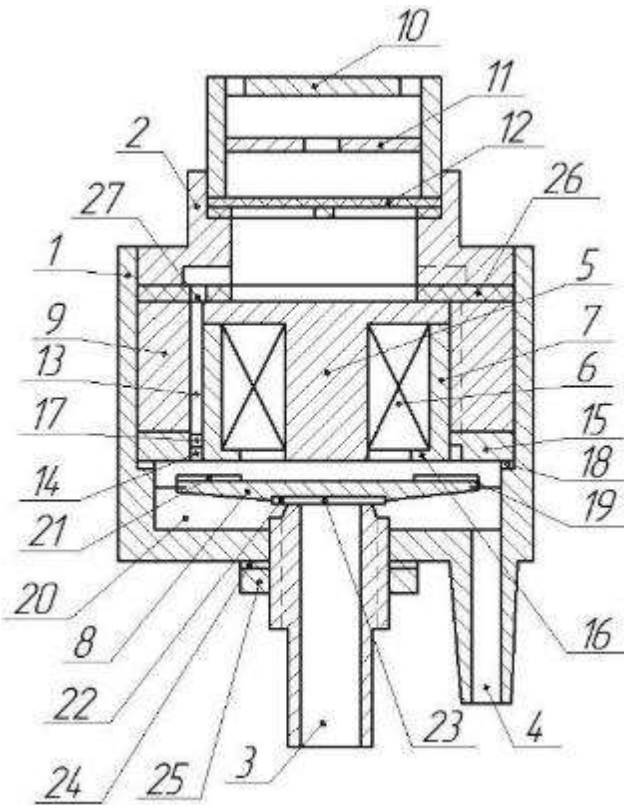


Рисунок 23 - Электромагнитный пульсатор доильного аппарата

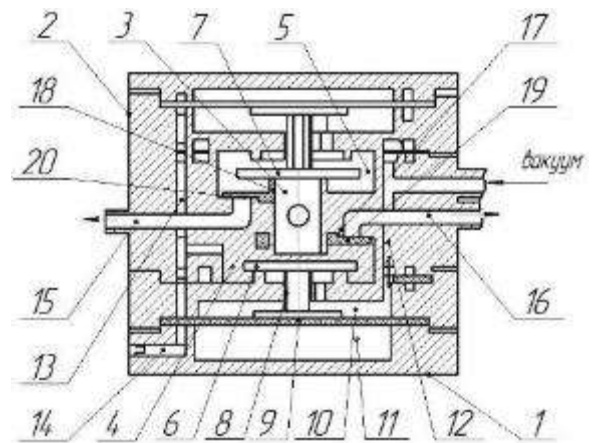


Рисунок 24 – Пульсатор

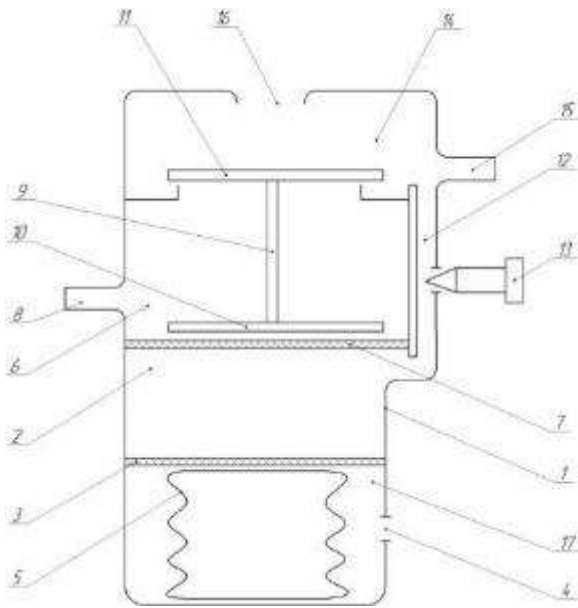


Рисунок 25 – Пульсатор

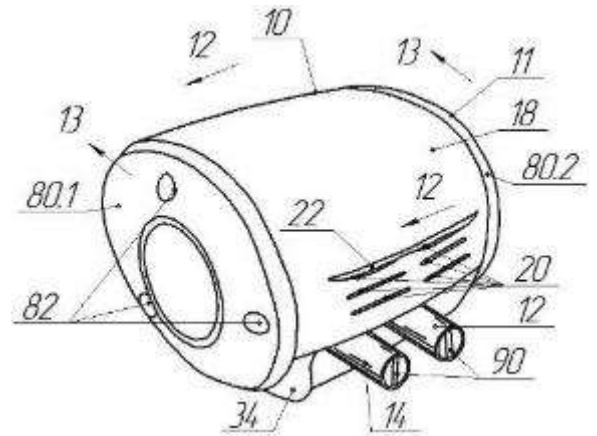


Рисунок 26 - Пневматический пульсатор для доильных установок

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2539957

ПУЛЬСАТОР ДЛЯ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Белгородская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Я. Горина" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013146314

Приоритет изобретения 16 октября 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 10 декабря 2014 г.

Срок действия патента истекает 16 октября 2033 г.

Врио руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 539 957** ⁽¹³⁾ **C1**(51) МПК
A01J 5/10 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013146314/13, 16.10.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.10.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.10.2013

(45) Опубликовано: 27.01.2015 Бюл. № 3

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

Адрес для переписки:

308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п.
Майский, ул. Вавилова, 24, ФГБОУ ВПО
БелГСХА им. В.Я. Горина, зав. сектором
патентования Н.Е. Крючковой

(72) Автор(ы):

Ужик Владимир Федорович (RU),
Клёсов Дмитрий Николаевич (RU),
Ужик Оксана Владимировна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Белгородская государственная
сельскохозяйственная академия имени В.Я.
Горина" (RU)

(54) ПУЛЬСАТОР ДЛЯ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

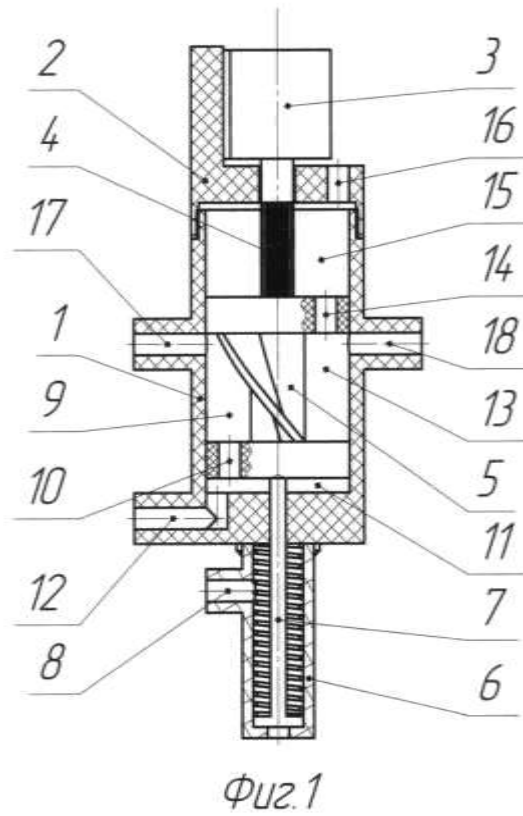
(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к молочному животноводству. Пульсатор состоит из корпуса 1 с крышкой 2, на которой установлен электродвигатель 3 со шлицевым валом, золотника 5 и пневмоцилиндра 6. Золотник 5 соединен со штоком пневмоцилиндра 6 и шлицевым валом электродвигателя 3 с возможностью продольного перемещения по валу в корпусе 1 пульсатора штоком пневмоцилиндра 6 и одновременного вращения вод воздействием электродвигателя 3. При этом золотник 5 содержит камеру постоянного вакуумметрического давления 9 и камеру атмосферного давления 13. Камера постоянного вакуумметрического давления 9 сообщена отверстием 10 с камерой постоянного вакуумметрического давления 11 в корпусе 1, в свою очередь патрубком 12 соединенной с

источником вакуумметрического давления. Камера атмосферного давления 13 отверстием 14 сообщена с камерой постоянного атмосферного давления 15 в корпусе 1, в свою очередь соединенной с атмосферой отверстием 16 в крышке 2. При этом при вращении золотника 5 камера постоянного вакуумметрического давления 11 и камера постоянного атмосферного давления 13 поочередно сообщены с патрубками 17 и 18, соединяемыми с межстенными камерами двух пар доильных стаканов, обеспечивая поочередную подачу в них то атмосферного, то вакуумметрического давления. Изобретение обеспечивает повышение эффективности машинного доения, а именно степень выдаиваемости коров, и регулирование частоты пульсаций и соотношения тактов в автоматическом режиме. 3 з.п. ф-лы, 2 ил.

RU 2 539 957 C1

RU 2 539 957 C1



(56) (продолжение):
 RU 43433 U1, 27.01.2005; RU 2418406 C1, 20.05.2011; RU 2289239 C2, 20.12.2006; GB 623974 A,
 25.05.1949.

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к пульсаторам для доильных установок.

Известен пневматический пульсатор для доильных установок [RU 2418406 C, A01J 5/12 (2006.01), 20.05.2011], состоящий из задающего генератора импульсов вакуума и повторителя со сдвигом, объединенных в единый конструктив, имеющий общую камеру атмосферного давления.

Известен пневматический пульсатор для доильных установок [RU 2289239 C2, A01J 5/12 (2006.01), 20.12.2006], содержащий пневматическое управляющее устройство для перемещения золотника, который при возвратно-поступательном перемещении циклически соединяет источник вакуума с пульсационными камерами доильного аппарата.

Данные устройства не обеспечивают регулирование частоты пульсаций и соотношения тактов в автоматическом режиме.

Наиболее близким к изобретению является пульсатор доильного аппарата [RU 43433 U1, 7A01J 5/10, 27.01.2005], состоящий из цилиндрического корпуса с клапаном в виде поршня с полыми цилиндрическими штоками, установленными в центральных отверстиях торцов корпуса и снабженными входными и выходными калиброванными отверстиями для подачи атмосферного воздуха в полость корпуса. Отверстие постоянного вакуума размещено в боковой стенке корпуса со смещением по высоте относительно отверстия переменного вакуума в сторону нижнего торца.

Однако данный пульсатор доильного аппарата также не обеспечивает повышение эффективности машинного доения.

Задача изобретения - повышение эффективности машинного доения. Для этого предложен пульсатор для доильных установок, включающий корпус с крышкой, на которой установлен электродвигатель со шлицевым валом, золотник и пневмоцилиндр. Шток пневмоцилиндра соединен с золотником, который соединен со шлицевым валом электродвигателя с возможностью продольного перемещения по нему в корпусе пульсатора штоком пневмоцилиндра и одновременного вращения под воздействием электродвигателя. Золотник содержит камеру постоянного вакуумметрического давления, отверстием сообщаемую с камерой постоянного вакуумметрического давления в корпусе, в свою очередь патрубком сообщаемой с источником вакуумметрического давления, и камеру атмосферного давления, отверстием сообщаемую с камерой постоянного атмосферного давления в корпусе, в свою очередь сообщаемой с атмосферой отверстием в крышке. При этом при вращении золотника камера постоянного вакуумметрического давления и камера постоянного атмосферного давления поочередно сообщены с патрубками, соединяемыми с межстенными камерами двух пар доильных стаканов, тем самым обеспечивая поочередную подачу в них то атмосферного, то вакуумметрического давления. Камера атмосферного давления и камера вакуумметрического давления золотника разделены винтовыми пластинами, причем одна пластина выполнена с левым направлением отклонения от продольной оси, а другая пластина - с правым. Пневмоцилиндр патрубком соединен с устройством управления давлением.

Предлагаемое изобретение будет понятно из следующего описания и приложенных чертежей.

На фиг.1 приведен пульсатор для доильных установок, общий вид; на фиг.2 - золотник.

Пульсатор для доильных установок (фиг.1) выполнен в виде корпуса 1 с крышкой 2, на которой установлен электродвигатель 3 со шлицевым валом 4, золотника 5 и

пневмоцилиндра 6, шток 7 которого соединен с золотником 5. Золотник 5 соединен со шлицевым валом 4 электродвигателя 3 с возможностью продольного перемещения по нему в корпусе 1 пульсатора штоком 7 пневмоцилиндра 6 и одновременно вращения под воздействием электродвигателя 3. Пневмоцилиндр 6 патрубком 8 соединен с устройством управления давлением (на схеме не показан). Золотник 5 содержит камеру 9 постоянного вакуумметрического давления, отверстием 10 сообщаемую с камерой постоянного вакуумметрического давления 11 в корпусе 1, в свою очередь патрубком 12 сообщаемой с источником вакуумметрического давления (на схеме не показан), и камеру 13 атмосферного давления, отверстием 14 сообщаемую с камерой постоянного атмосферного давления 15 в корпусе 1, в свою очередь сообщаемой с атмосферой отверстием 16 в крышке 2. При этом при вращении золотника 5 камера 11 постоянного вакуумметрического давления и камера 13 постоянного атмосферного давления поочередно сообщены с патрубком 17 и патрубком 18. Патрубок 17 соединен с межстенной камерой одной пары доильных стаканов (на схеме не показаны), и патрубок 18 соединен с межстенной камерой другой пары доильных стаканов (на схеме не показаны), тем самым это обеспечивает поочередную подачу в межстенные камеры доильных стаканов то атмосферного, то вакуумметрического давления. Камера вакуумметрического давления 11 и камера атмосферного давления 13 золотника 5 (фиг.1, фиг.2) разделены винтовыми пластинами 19 и 20, причем пластина 19 выполнена с левым направлением отклонения от продольной оси, а пластина 20 - с правым.

Пульсатор для доильных установок работает следующим образом. Патрубок 12 подключают к источнику постоянного вакуумметрического давления, электродвигатель 3 - к сети электрического тока, патрубок 8 пневмоцилиндра 6 соединяют с устройством управления давлением (на схеме не показано), а патрубки 17 и 18 - с межстенными камерами двух пар доильных стаканов (на схеме не показаны). Вакуумметрическое давление через патрубок 12 поступает в камеру постоянного вакуумметрического давления 11 корпуса 1 и через отверстие 10 - в камеру 9 вакуумметрического давления золотника 5. Атмосферное давление через отверстие 16 в крышке 2 поступает в камеру постоянного атмосферного давления 15 в корпусе 1 и через отверстие 14 - в камеру 13 атмосферного давления золотника 5. При этом электродвигателем 3 вращают золотник 5, соединенный с электродвигателем 3 шлицевым валом 4. При вращении золотника 5 камера 11 постоянного вакуумметрического давления и камера 13 постоянного атмосферного давления поочередно сообщаются с патрубком 17, соединенным с межстенной камерой одной пары доильных стаканов (на схеме не показаны), и патрубком 18, соединенным с межстенной камерой другой пары доильных стаканов (на схеме не показаны), обеспечивая в них переменное вакуумметрическое давление. Изменяя частоту вращения золотника 5 электродвигателем 3, изменяют частоту пульсаций. В зависимости от интенсивности потока молока, которую регистрирует датчиком потока молока (на схеме не показан), в корпус пневмоцилиндра 6 поступает переменное вакуумметрическое давление. При увеличении интенсивности потока молока увеличивают частоту пульсаций. В результате штоком 7 пневмоцилиндра 6 перемещают золотник 5 по вертикали, тем самым изменяя соотношение тактов за счет изменения расстояния между разделительными пластинами 19 и 20, расположенными наклонно, в зоне сообщения с патрубками 17 и 18, соединенными с межстенными камерами доильных стаканов.

Доение животного проводят в номинальном режиме.

В стимулирующем режиме устанавливают более высокую частоту пульсаций и сокращают длительность такта сосания, и наоборот. В зависимости от интенсивности

пневмоцилиндра 6, шток 7 которого соединен с золотником 5. Золотник 5 соединен со шлицевым валом 4 электродвигателя 3 с возможностью продольного перемещения по нему в корпусе 1 пульсатора штоком 7 пневмоцилиндра 6 и одновременно вращения под воздействием электродвигателя 3. Пневмоцилиндр 6 патрубком 8 соединен с устройством управления давлением (на схеме не показан). Золотник 5 содержит камеру 9 постоянного вакуумметрического давления, отверстием 10 сообщаемую с камерой постоянного вакуумметрического давления 11 в корпусе 1, в свою очередь патрубком 12 сообщаемой с источником вакуумметрического давления (на схеме не показан), и камеру 13 атмосферного давления, отверстием 14 сообщаемую с камерой постоянного атмосферного давления 15 в корпусе 1, в свою очередь сообщаемой с атмосферой отверстием 16 в крышке 2. При этом при вращении золотника 5 камера 11 постоянного вакуумметрического давления и камера 13 постоянного атмосферного давления поочередно сообщены с патрубком 17 и патрубком 18. Патрубок 17 соединен с межстенной камерой одной пары доильных стаканов (на схеме не показаны), и патрубок 18 соединен с межстенной камерой другой пары доильных стаканов (на схеме не показаны), тем самым это обеспечивает поочередную подачу в межстенные камеры доильных стаканов то атмосферного, то вакуумметрического давления. Камера вакуумметрического давления 11 и камера атмосферного давления 13 золотника 5 (фиг.1, фиг.2) разделены винтовыми пластинами 19 и 20, причем пластина 19 выполнена с левым направлением отклонения от продольной оси, а пластина 20 - с правым.

Пульсатор для доильных установок работает следующим образом. Патрубок 12 подключают к источнику постоянного вакуумметрического давления, электродвигатель 3 - к сети электрического тока, патрубок 8 пневмоцилиндра 6 соединяют с устройством управления давлением (на схеме не показано), а патрубки 17 и 18 - с межстенными камерами двух пар доильных стаканов (на схеме не показаны). Вакуумметрическое давление через патрубок 12 поступает в камеру постоянного вакуумметрического давления 11 корпуса 1 и через отверстие 10 - в камеру 9 вакуумметрического давления золотника 5. Атмосферное давление через отверстие 16 в крышке 2 поступает в камеру постоянного атмосферного давления 15 в корпусе 1 и через отверстие 14 - в камеру 13 атмосферного давления золотника 5. При этом электродвигателем 3 вращают золотник 5, соединенный с электродвигателем 3 шлицевым валом 4. При вращении золотника 5 камера 11 постоянного вакуумметрического давления и камера 13 постоянного атмосферного давления поочередно сообщаются с патрубком 17, соединенным с межстенной камерой одной пары доильных стаканов (на схеме не показаны), и патрубком 18, соединенным с межстенной камерой другой пары доильных стаканов (на схеме не показаны), обеспечивая в них переменное вакуумметрическое давление. Изменяя частоту вращения золотника 5 электродвигателем 3, изменяют частоту пульсаций. В зависимости от интенсивности потока молока, которую регистрируют датчиком потока молока (на схеме не показан), в корпус пневмоцилиндра 6 поступает переменное вакуумметрическое давление. При увеличении интенсивности потока молока увеличивают частоту пульсаций. В результате штоком 7 пневмоцилиндра 6 перемещают золотник 5 по вертикали, тем самым изменяя соотношение тактов за счет изменения расстояния между разделительными пластинами 19 и 20, расположенными наклонно, в зоне сообщения с патрубками 17 и 18, соединенными с межстенными камерами доильных стаканов.

Доение животного проводят в номинальном режиме.

В стимулирующем режиме устанавливают более высокую частоту пульсаций и сокращают длительность такта сосания, и наоборот. В зависимости от интенсивности

потока молока соотношение тактов и частоту пульсаций регулируют в автоматическом режиме.

Использование данного пульсатора для доильных установок позволит повысить эффективность машинного доения, а именно повысить степень выдаиваемости коров на 3-5% и обеспечить регулирование частоты пульсаций и соотношения тактов в автоматическом режиме.

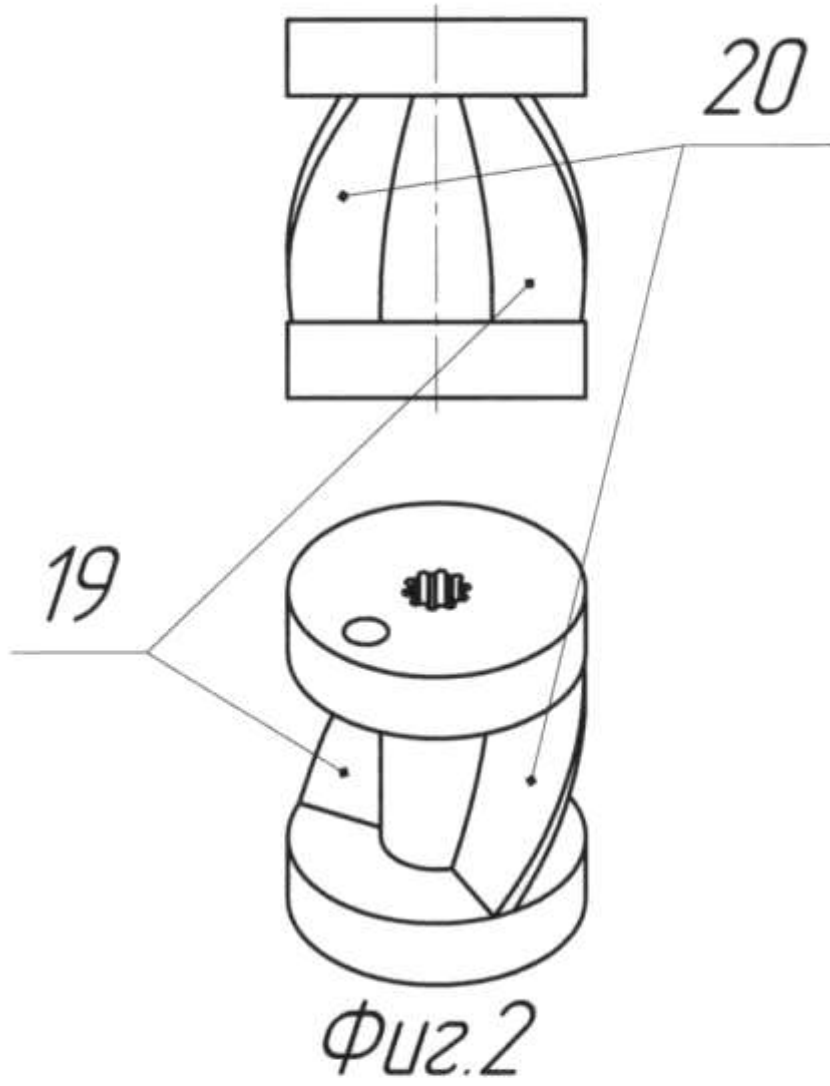
Формула изобретения

1. Пульсатор для доильных установок, включающий корпус с крышкой, на которой установлен электродвигатель со шлицевым валом, золотник и пневмоцилиндр, шток которого соединен с золотником, отличающийся тем, что золотник соединен со шлицевым валом электродвигателя с возможностью продольного перемещения по нему в корпусе пульсатора штоком пневмоцилиндра и одновременного вращения под воздействием электродвигателя.

2. Пульсатор по п. 1, отличающийся тем, что золотник содержит камеру постоянного вакуумметрического давления, отверстием сообщаемую с камерой постоянного вакуумметрического давления в корпусе, в свою очередь патрубком сообщаемой с источником вакуумметрического давления, и камеру атмосферного давления, отверстием сообщаемую с камерой постоянного атмосферного давления в корпусе, в свою очередь сообщаемой с атмосферой отверстием в крышке, при этом при вращении золотника камера постоянного вакуумметрического давления и камера постоянного атмосферного давления поочередно сообщаются с патрубками, соединяемыми с межстенными камерами двух пар доильных стаканов, обеспечивая поочередную подачу в них то атмосферного, то вакуумметрического давления.

3. Пульсатор по п. 1, отличающийся тем, что камера атмосферного давления и камера вакуумметрического давления золотника разделены винтовыми пластинами, причем одна пластина выполнена с левым направлением отклонения от продольной оси, а другая пластина - с правым.

4. Пульсатор по п. 1, отличающийся тем, что пневмоцилиндр патрубком соединен с устройством управления давлением.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2621318

Доильный аппарат

Патентообладатель: **Клёсов Дмитрий Николаевич (RU)**

Авторы: **Клёсов Дмитрий Николаевич (RU), Ужик Владимир Федорович (RU), Фурсенко Александр Александрович (RU)**

Заявка № 2016100964

Приоритет изобретения 13 января 2016 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 01 июня 2017 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 13 января 2036 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11)

2 621 318⁽¹³⁾ C1(51) МПК
A01J 5/04 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016100964, 13.01.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.01.2016Дата регистрации:
01.06.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.01.2016

(45) Опубликовано: 01.06.2017 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

308503, Белгородская обл., Белгородский р-н, п.
Майский, ул. Вавилова, 1, ФГБОУ ВО
Белгородский ГАУ, инженеру по НТИ А.А.
Ореховской

(72) Автор(ы):

Клёсов Дмитрий Николаевич (RU),
Ужик Владимир Федорович (RU),
Фурсенко Александр Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Клёсов Дмитрий Николаевич (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1507265 A2, 15.09.1989. RU
2098949 C1, 20.12.1997. RU 2173044 C1,
10.09.2001. RU 2219762 C2, 27.12.2003. EP
1329155 A2, 23.07.2003. US 8117989 B2,
21.02.2012.

(54) Доильный аппарат

(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к устройствам для доения коров. Адаптивный доильный аппарат содержит двухкамерные доильные стаканы (1), коллектор (2), поплавковый датчик (3) потока молока и пульсатор (4). Пульсатор включает корпус (5) с крышкой (6), на которой установлен электродвигатель (7) с прикрепленным шлицевым валом (9), золотник (10) и пневмоцилиндр (11). Золотник содержит камеру (13) постоянного вакуумметрического давления и камеру (14) постоянного атмосферного давления. В корпусе пульсатора диаметрально противоположно

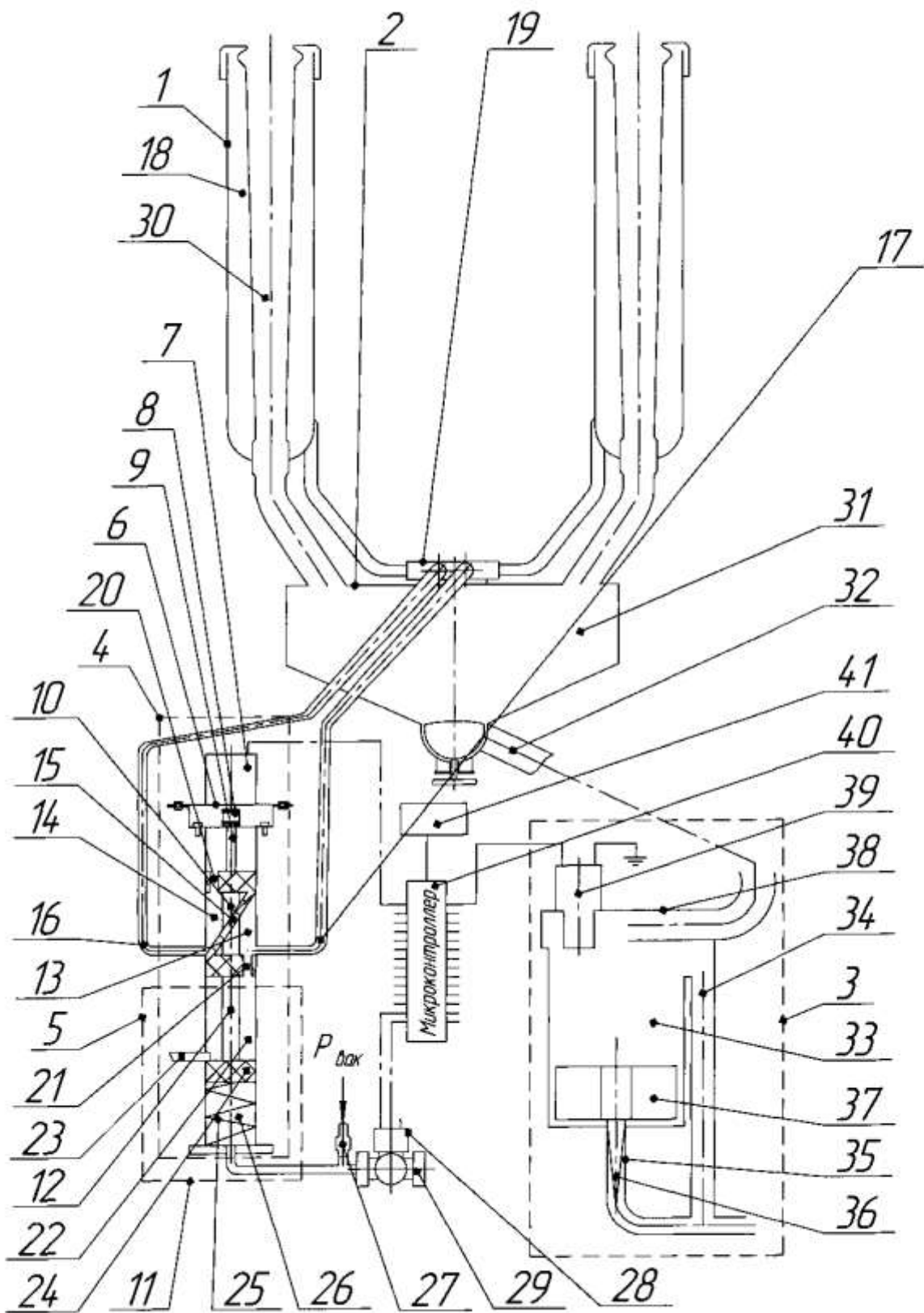
установлены патрубки (16), (17). Камеры золотника разделены двумя симметрично расположенными по винтовой линии стенками (15) с толщиной не менее диаметра отверстий патрубков. Межстенные камеры (18) доильных стаканов через распределительные камеры (19) коллектора соединены с зоной расположения камер золотника. Межстенные камеры доильных стаканов выполнены с возможностью поочередно соединяться с патрубками при вращении золотника. Повышается степень выдаиваемости коров. 3 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU 2 621 318 C1

RU 2 621 318 C1

RU 2621318 C1

RU 2621318 C1



Фиг.1

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 621 318**⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.
A01J 5/04 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2016100964, 13.01.2016

(24) Effective date for property rights:
13.01.2016

Registration date:
01.06.2017

Priority:

(22) Date of filing: 13.01.2016

(45) Date of publication: 01.06.2017 Bull. № 16

Mail address:

308503, Belgorodskaya obl., Belgorodskij r-n, p.
Majskij, ul. Vavilova, 1, FGBOU VO Belgorodskij
GAU, inzheneru po NTI A.A. Orekhovskoj

(72) Inventor(s):

**Klesov Dmitrij Nikolaevich (RU),
Uzhik Vladimir Fedorovich (RU),
Fursenko Aleksandr Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

Klesov Dmitrij Nikolaevich (RU)

(54) **MILKING MACHINE**

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: invention relates to agriculture, in particular to devices for milking cows. The adaptive milking machine comprises dual-chamber teat cups (1), a collector (2), a float sensor (3) of the milk flow and a pulsator (4). The pulsator comprises a housing (5) with a lid (6) on which the electric motor (7) is mounted, having the splined shaft (9), a spool (10) and a pneumatic cylinder (11). The spool comprises a chamber (13) of constant vacuum pressure and a chamber (14) of constant atmospheric pressure. The housing of the pulsator comprises pipes (16), (17)

installed diametrically opposite. The spool chambers are separated by two walls (15) located symmetrically along a helical line, with a thickness of not less than the diameter of the pipe openings. The interwall chambers (18) of the teat cups are connected through the distribution chambers (19) of the collector to the zone of location of the spool chambers. The interwall chambers of the teat cups are made with the ability of alternate connection to the pipes in the spool rotation.

EFFECT: increased degree of milking the cows.

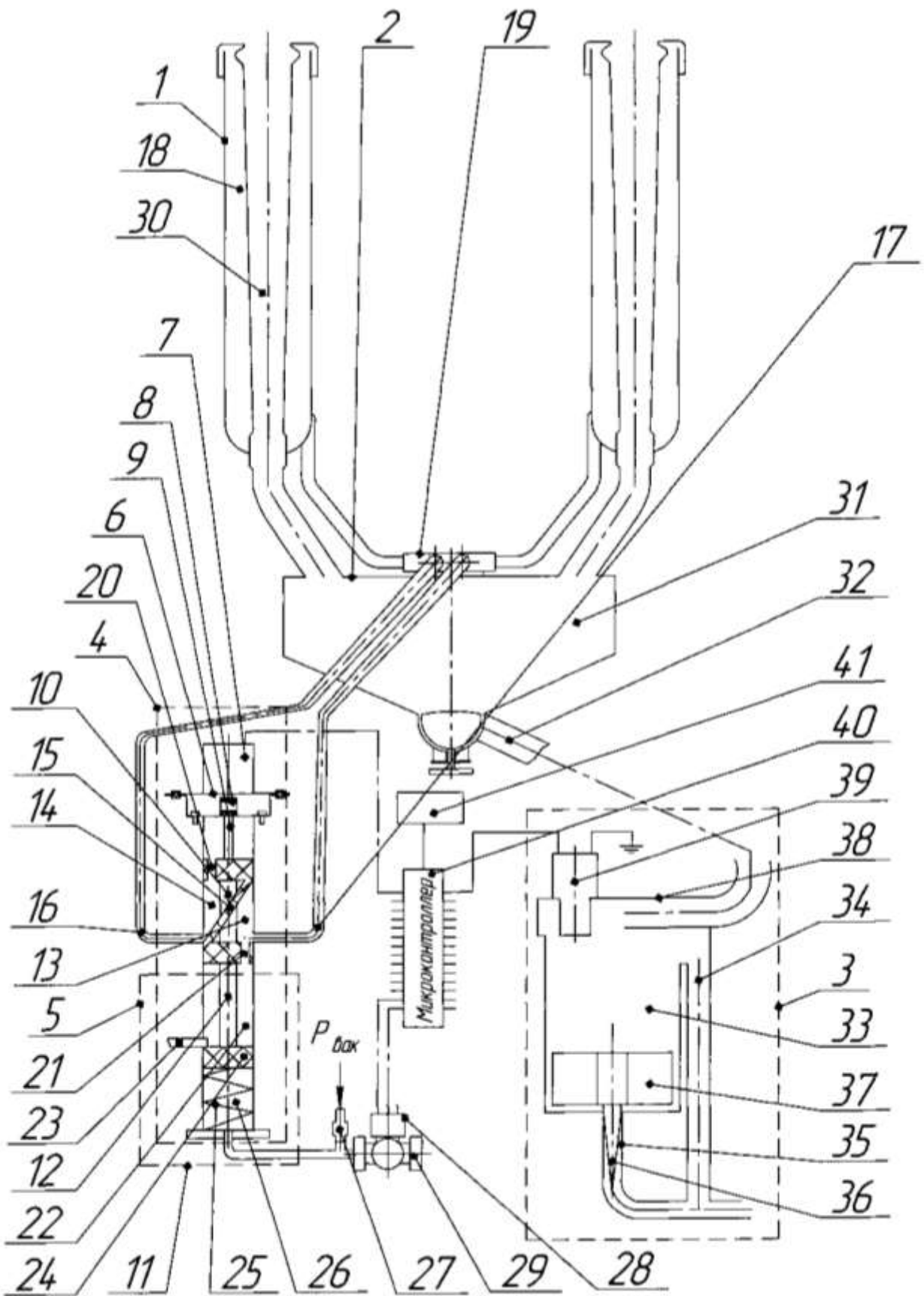
4 cl, 1 dwg

RU 2 621 318 C 1

RU 2 621 318 C 1

RU 2621318 C1

RU 2621318 C1



Фиг.1

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к устройствам для механизации животноводства, и может быть использовано для доения коров.

Известны следующие аналогичные устройства: доильный аппарат [RU 2173044 C1, 7A01J 5/04, 5/08. 10.09.2001], состоящий из двухкамерных доильных стаканов, коллектора, содержащего четыре мембраны, управляемые биметаллическим датчиком потока молока, и соединительных шлангов; доильный аппарат [RU 2098949 C1, 6A01J 5/04, 20.12.1997], состоящий из двухкамерных стаканов, коллектора, содержащего четыре камеры с мембранно-клапанными датчиками потока молока, и соединительных шлангов.

Данные устройства не обеспечивают полное и безопасное выдаивание коров.

Наиболее близким к изобретению является доильный аппарат [SU 1507265 A2, 4A01J 5/04. 15.09.89], состоящий из двухкамерных доильных стаканов с регуляторами вакуума, коллектора, содержащего четыре камеры с молоколовушками и поплавками, и соединительных шлангов.

Однако данный доильный аппарат также не обеспечивает повышение эффективности машинного доения.

Задача изобретения - повышение эффективности машинного доения.

Для достижения этого золотник пульсатора содержит камеру постоянного вакуумметрического давления и камеру постоянного атмосферного давления, разделяемые двумя симметрично расположенными по винтовой линии стенками с толщиной не менее диаметра отверстий патрубков, диаметрально противоположно установленных в корпусе пульсатора, которыми межстенные камеры доильных стаканов через распределительные камеры коллектора соединены с зоной расположения камеры постоянного вакуумметрического давления и камеры постоянного атмосферного давления золотника и с которыми межстенные камеры поочередно соединены при вращении золотника; камера постоянного атмосферного давления золотника посредством отверстия сообщена с атмосферой, а камера постоянного вакуумметрического давления посредством отверстия соединена с надпоршневой камерой пневмоцилиндра, патрубком сообщаемой с источником вакуумметрического давления, поршень пневмоцилиндра подпружинен пружиной, расположенной в подпоршневой камере, сообщаемой через калиброванный канал с источником вакуумметрического давления, а через регулируемый шаговым электродвигателем дроссель - с атмосферой; подсосковая камера доильного стакана через молокоприемную камеру коллектора патрубком соединена с поплавковым датчиком потока молока, выполненным в виде молоколовушки с переливным патрубком и сливным патрубком, перекрываемым иглой, прикрепленной к поплавку, и соединяемым с молокоприемным устройством, причем для обеспечения линейной зависимости между перемещением поплавка и площадью открываемого отверстия для слива молока из молоколовушки по патрубку игла выполнена с поверхностью, описанной уравнением:

$$y = x^2 \frac{(2r^2 - x^2)l}{r^2} + z^2 \frac{(2r^2 - z^2)l}{r^2},$$

где: r - радиус сливного отверстия, м; x, z - текущее значение радиуса иглы по оси X и Z соответственно, м; l - длина иглы, м.

Для регистрации положения поплавка в молоколовушке на крышке датчика потока молока установлен лазерный дальномер, через микроконтроллер электрически соединяемый с шаговым электродвигателем дросселя, электродвигателем вращения золотника и регистратором интенсивности молоковыведения в процессе доения коровы.

Предлагаемое изобретение будет понято из следующего описания и приложенного

чертежа.

На фиг. 1 приведен доильный аппарат, общий вид.

Доильный аппарат состоит из двухкамерных доильных стаканов 1, коллектора 2, поплавкового датчика 3 потока молока и пульсатора 4. Пульсатор 4 включает корпус 5 с крышкой 6, на которой установлен электродвигатель 7 с прикрепленным посредством эластичного соединения 8 шлицевым валом 9, золотник 10 и пневмоцилиндр 11. Золотник 10 соединен со штоком 12 пневмоцилиндра 11 и шлицевым валом 9 с возможностью продольного перемещения по валу 9 в корпусе 5 пульсатора 4 штоком 12 пневмоцилиндра 11 и одновременного вращения под воздействием электродвигателя 7. Золотник 10 содержит камеру 13 постоянного вакуумметрического давления и камеру 14 постоянного атмосферного давления, разделяемые двумя симметрично расположенными по винтовой линии стенками 15 с толщиной не менее диаметра отверстий патрубков 16 и 17, диаметрально противоположно установленных в корпусе 5 пульсатора 4. Этими патрубками межстенные камеры 18 доильных стаканов 1 через распределительные камеры 19 коллектора 2 соединены с зоной расположения камеры 13 постоянного вакуумметрического давления и камеры 14 постоянного атмосферного давления золотника 10 и с которыми межстенные камеры 18 поочередно соединены при вращении золотника 10. Камера 14 постоянного атмосферного давления посредством отверстия 20 сообщена с атмосферой, а камера 13 постоянного вакуумметрического давления посредством отверстия 21 соединена с надпоршневой камерой 22 пневмоцилиндра 11, патрубком 23 сообщаемой с источником вакуумметрического давления (на схеме не показан). Поршень 24 пневмоцилиндра 11 подпружинен пружиной 25, расположенной в надпоршневой камере 26, сообщаемой через калиброванный канал 27 с источником вакуумметрического давления (на схеме не показан), а через регулируемый шаговым электродвигателем 28 дроссель 29 - с атмосферой.

Подсосковая камера 30 доильного стакана 1 через молокоприемную камеру 31 коллектора 2 патрубком 32 соединена с поплавковым датчиком 3 потока молока, выполненным в виде молоколовушки 33 с переливным патрубком 34 и сливным патрубком 35, перекрываемым иглой 36, прикрепленной к поплавку 37, и соединяемым с молокоприемным устройством (на схеме не показано). Причем для обеспечения линейной зависимости между перемещением поплавка 37 и площадью открываемого отверстия для слива молока из молоколовушки 33 по патрубку 35 игла 36 выполнена с поверхностью, описанной уравнением:

$$y = x^2 \frac{(2r^2 - x^2)l}{r^2} + z^2 \frac{(2r^2 - z^2)l}{r^2},$$

где: r - радиус сливного отверстия, м; x , z - текущее значение радиуса иглы по оси X и Z соответственно, м; l - длина иглы, м.

Для регистрации положения поплавка 37 в молоколовушке 33 на крышке 38 датчика потока молока 3 установлен лазерный дальномер 39, через микроконтроллер 40 электрически соединенный с шаговым электродвигателем 28 дросселя 29, с электродвигателем 7 вращения золотника 10 и регистратором 41 интенсивности молоковыведения в процессе доения коровы.

Доильный аппарат работает следующим образом. Сливной патрубок 35 датчика потока молока 3 соединяют с молокоприемным устройством (на схеме не показано). Патрубок 23 пульсатора 4 и калиброванный канал 27 подключают к источнику вакуумметрического давления (на схеме не показан). Лазерный дальномер 39,

установленный на крышке 38 датчика потока молока 3, через микроконтроллер 40 электрически соединяют с шаговым электродвигателем 28 дросселя 29, электродвигателем 7 вращения золотника 10 и регистратором 41 интенсивности молоковыведения в процессе доения коровы. При этом вакуумметрическое давление из молокоприемного устройства (на схеме не показано) поступает в подсосковую камеру 30 доильного стакана 1 через молокоприемную камеру 31 коллектора 2, патрубком 32 соединенную с поплавковым датчиком 3 потока молока, выполненным в виде молоколовушки 33 с переливным патрубком 34 и сливным патрубком 35, перекрываемым иглой 36, прикрепленной к поплавку 37, и соединяемым с

15 молокоприемным устройством (на схеме не показано). Причем для обеспечения линейной зависимости между перемещением поплавка 37 и площадью открываемого отверстия для слива молока из молоколовушки 33 по патрубку 35 игла 36 выполнена с поверхностью, описанной уравнением:

$$15 \quad y = x^2 \frac{(2r^2 - x^2)l}{r^2} + z^2 \frac{(2r^2 - z^2)l}{r^2},$$

где: r - радиус сливного отверстия, м; x, z - текущее значение радиуса иглы по оси X и Z, соответственно, м; l - длина иглы, м.

При этом золотник 10 вращает электродвигатель 7, соединенный с золотником 10 шлицевым валом 9. При вращении золотник 10 совмещает попеременно камеру 13 постоянного вакуумметрического давления и камеру 14 постоянного атмосферного давления с патрубками 16 и 17, соединенными с межстенными камерами 18 доильных стаканов 1 через распределительные камеры 19 коллектора 2, обеспечивая в них переменный вакуум, который регулирует выведение молока. При этом в камеру 14 постоянного атмосферного давления посредством отверстия 20 поступает атмосферный

20 воздух, а в камеру 13 постоянного вакуумметрического давления посредством отверстия 21 из надпоршневой камеры 22 пневмоцилиндра 11 через патрубок 23 - вакуумметрическое давление. Регулированием частоты вращения золотника 10 электродвигателем 7 изменяют частоту пульсаций в зависимости от значений

25 молокоотдачи, принимаемых микроконтроллером 40, электрически соединенным с регистратором 41 интенсивности молоковыведения в процессе доения коровы и с лазерным дальномером 39, установленным для регистрации положения поплавка 37 в молоколовушке 33 на крышке 38 датчика потока молока 3.

Продольным перемещением золотника 10 по шлицевому валу 9 в корпусе 5 пульсатора 4 штоком 12 пневмоцилиндра 11, поршень 24 которого подпружинен пружиной 25, расположенной в подпоршневой камере 26, сообщаемой через калиброванный канал 27 с источником вакуумметрического давления (на схеме не показан), а через регулируемый шаговым электродвигателем 28 дроссель 29 - с атмосферой, регулируют соотношение тактов.

40 Доение животного проводят в номинальном режиме.

В стимулирующем режиме устанавливают более высокую частоту пульсаций и сокращают длительность такта сосания и наоборот. В зависимости от интенсивности потока молока соотношение тактов и частоту пульсаций регулируют в автоматическом режиме.

45 Использование данного доильного аппарата позволит повысить эффективность машинного доения, а именно повысить степень выдаиваемости коров на 3-5%.

1. Адаптивный доильный аппарат, включающий двухкамерные доильные стаканы, коллектор, поплавковый датчик потока молока и пульсатор, выполненный в виде корпуса с крышкой, на которой установлен электродвигатель с прикрепленным шлицевым валом, золотник и пневмоцилиндр, отличающийся тем, что золотник содержит камеру постоянного вакуумметрического давления и камеру постоянного атмосферного давления, разделяемые двумя симметрично расположенными по винтовой линии стенками с толщиной не менее диаметра отверстий патрубков, диаметрально противоположно установленными в корпусе пульсатора, которыми межстенные камеры доильных стаканов через распределительные камеры коллектора соединены с зоной расположения камеры постоянного вакуумметрического давления и камеры постоянного атмосферного давления золотника и с которыми межстенные камеры поочередно соединены при вращении золотника.

2. Доильный аппарат по п. 1, отличающийся тем, что камера постоянного атмосферного давления золотника посредством отверстия сообщена с атмосферой, а камера постоянного вакуумметрического давления посредством отверстия соединена с надпоршневой камерой пневмоцилиндра, патрубком сообщаемой с источником вакуумметрического давления, поршень пневмоцилиндра подпружинен пружиной, расположенной в подпоршневой камере, сообщаемой через калиброванный канал с источником вакуумметрического давления, а через регулируемый шаговым электродвигателем дроссель - с атмосферой.

3. Доильный аппарат по п. 1, отличающийся тем, что подсосковая камера доильного стакана через молокоприемную камеру коллектора патрубком соединена с поплавковым датчиком потока молока, выполненным в виде молоколовушки с переливным патрубком и сливным патрубком, перекрываемым иглой, прикрепленной к поплавку, и соединяемым с молокоприемным устройством, причем, для обеспечения линейной зависимости между перемещением поплавка и площадью открываемого отверстия для слива молока из молоколовушки по патрубку, игла выполнена с площадью поверхности, описываемой уравнением:

$$y = x^2 \frac{(2r^2 - x^2)l}{r^2} + z^2 \frac{(2r^2 - z^2)l}{r^2},$$

где:

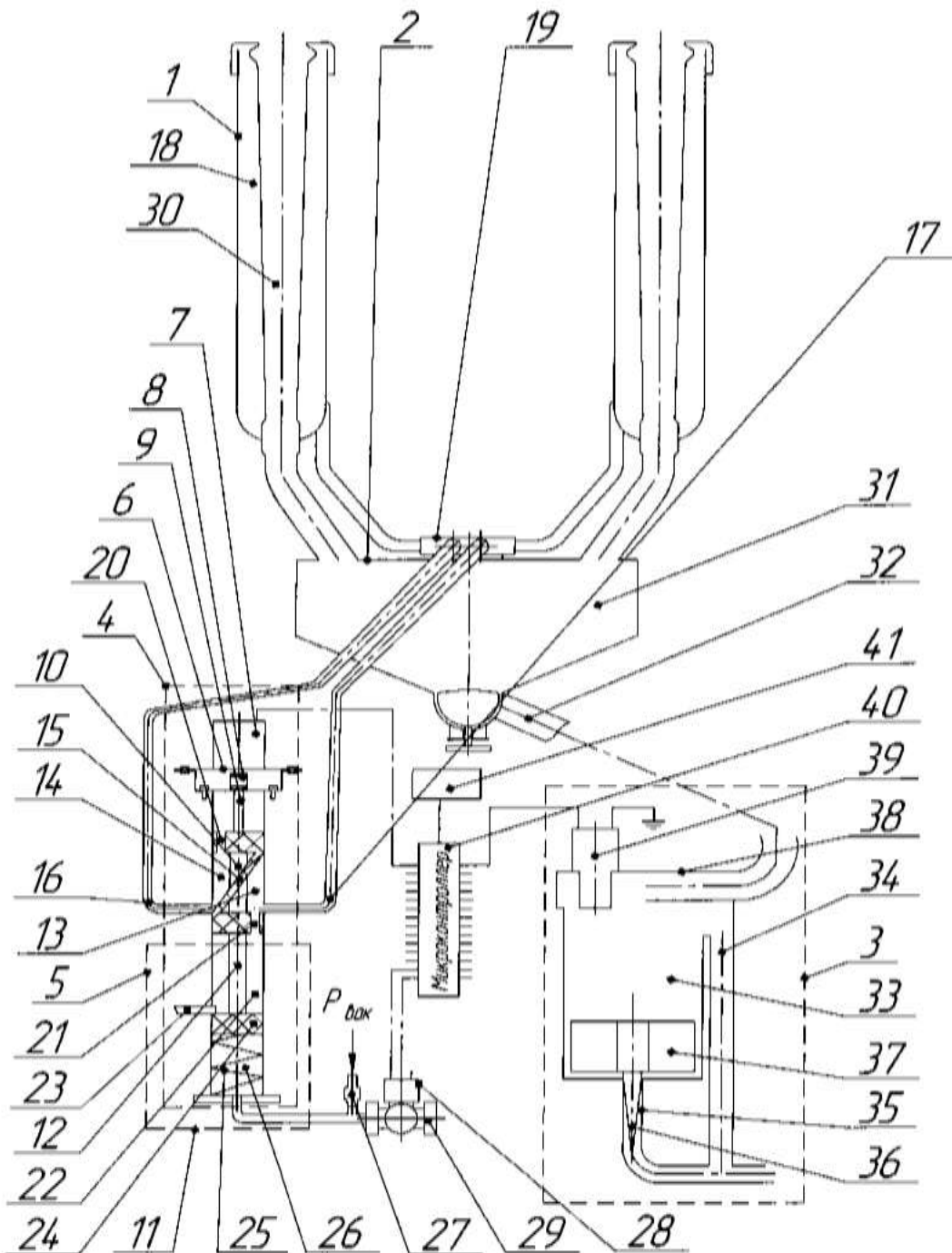
r - радиус сливного отверстия, м;

x, z - текущее значение радиуса иглы по оси X и Z , соответственно, м;

l - длина иглы, м.

4. Доильный аппарат по п. 1, отличающийся тем, что для регистрации положения поплавка в молоколовушке на крышке датчика потока молока установлен лазерный дальномер, через микроконтроллер электрически соединяемый с шаговым электродвигателем дросселя, электродвигателем вращения золотника, и регистратором интенсивности молоковыведения в процессе доения коровы.

Доильный аппарат



Фиг.1

Факторы	Диаметр патрубка , м	Длина патрубка , м
Принятое обозначение	$d_{отв}$	l_k
Обозначение в МФЭ	x_1	x_2
Верхний предел (1)	0,013	2
Основной уровень (0)	0,008	1,5
Нижний предел (-1)	0,003	1

Номер опыта	Матрица некомпозиционного плана						$d_{отв}$	l_k				
	x_0	x_1	x_2	x_1x_2	x_1^2	x_2^2	x_1	x_2	x_1x_2	$x_1^2 - d$	$x_2^2 - d$	Y
1	+	+	+	+	+	+	0,013	2	0,026	0,00017	4	0,0002
2	+	+	-	-	+	+	0,013	1	0,013	0,00017	1	0,0001
3	+	-	+	-	+	+	0,003	2	0,006	9E-06	4	0,0871
4	+	-	-	+	+	+	0,003	1	0,003	9E-06	1	0,0225
5	+	0	0	0	0	0	0,008	1,5	0,012	6,4E-05	2,25	0,0009
6	+	+	0	0	+	0	0,013	1,5	0,0195	0,00017	2,25	0,0002
7	+	-	0	0	+	0	0,003	1,5	0,0045	9E-06	2,25	0,0451
8	+	0	+	0	0	+	0,008	2	0,016	6,4E-05	4	0,0014
9	+	0	-	0	0	+	0,008	1	0,008	6,4E-05	1	0,0005

ВЫВОД ИТОГОВ

<i>Регрессионная статистика</i>	
Множественный R	0,974419849
R-квадрат	0,949494041
Нормированный R-квадрат	0,865317443
Стандартная ошибка	0,011128371
Наблюдения	9

Дисперсионный анализ

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>
Регрессия	5	0,00698448	0,001396896	11,2797864	0,036802451
Остаток	3	0,000371522	0,000123841		
Итого	8	0,007356002			

	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
Y-пересечение	0,043193778	0,037096648	1,164357961	0,32845629	-0,074864314	0,161251869	-0,074864314	0,161251869
Переменная X 1	-14,64733333	5,580483401	-2,624742747	0,07867979	-32,40692211	3,112255448	-32,40692211	3,112255448
Переменная X 2	0,0476	0,066049173	0,720675187	0,52318999	-0,162597946	0,257797946	-0,162597946	0,257797946
Переменная X 3	-6,45	2,225674263	-2,897998196	0,06260407	-13,53308884	0,633088836	-13,53308884	0,633088836
Переменная X 4	997,3333333	314,7578728	3,168573114	0,05053617	-4,366696164	1999,033363	-4,366696164	1999,033363
Переменная X 5	0,012933333	0,031475787	0,41089785	0,70873484	-0,08723667	0,113103336	-0,08723667	0,113103336

Факторы	Диаметр патрубка, м	Длина патрубка, м
Принятое обозначение	$d_{отв}$	l_k
Обозначение в МФЭ	x_1	x_2
Верхний предел (1)	0,013	2
Основной уровень (0)	0,008	1,5
Нижний предел (-1)	0,003	1

Номер опыта	Матрица некомпозиционного плана						$d_{отв}$	l_k				
	x_0	x_1	x_2	x_1x_2	x_1^2	x_2^2	x_1	x_2	x_1x_2	$x_1^2 - d$	$x_2^2 - d$	Y
1	+	+	+	+	+	+	0,013	2	0,026	0,000169	4	0,0003
2	+	+	-	-	+	+	0,013	1	0,013	0,000169	1	0,0001
3	+	-	+	-	+	+	0,003	2	0,006	0,000009	4	0,0789
4	+	-	-	+	+	+	0,003	1	0,003	0,000009	1	0,0261
5	+	0	0	0	0	0	0,008	1,5	0,012	0,000064	2,25	0,0011
6	+	+	0	0	+	0	0,013	1,5	0,0195	0,000169	2,25	0,0002
7	+	-	0	0	+	0	0,003	1,5	0,0045	0,000009	2,25	0,0531
8	+	0	+	0	0	+	0,008	2	0,016	0,000064	4	0,0016
9	+	0	-	0	0	+	0,008	1	0,008	0,000064	1	0,0005

ВЫВОД ИТОГОВ

<i>Регрессионная статистика</i>	
Множественный R	0,98409113
R-квадрат	0,968435351
Нормированный R-квадрат	0,915827603
Стандартная ошибка	0,008469575
Наблюдения	9

Дисперсионный анализ

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	5	0,006602588	0,001320518	18,40860694	0,018502738
Остаток	3	0,000215201	7,17337E-05		
Итого	8	0,006817789			

	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
Y-пересечение	0,047212444	0,028233498	1,672213769	0,193075505	-0,042639148	0,137064036	-0,042639148	0,137064036
Переменная X 1	-16,23533333	4,247191467	-3,822604528	0,031517701	-29,75179213	-2,718874541	-29,75179213	-2,718874541
Переменная X 2	0,061846667	0,050268671	1,230322299	0,306251313	-0,098130679	0,221824012	-0,098130679	0,221824012
Переменная X 3	-5,26	1,693915036	-3,105232488	0,053078398	-10,65079365	0,130793647	-10,65079365	0,130793647
Переменная X 4	1015,333333	239,5557617	4,238400805	0,024044916	252,9599846	1777,706682	252,9599846	1777,706682
Переменная X 5	-0,000866667	0,023955576	-0,036178076	0,97341304	-0,077104002	0,075370668	-0,077104002	0,075370668

Оценка адекватности уравнения регрессии для такта сжатия

ФИКС. X	ПОВТОРЕНИЯ, X			СРЕДНИЕ
	1	2	3	
39.0	63.45	63.20	63.40	63.35
35.0	74.01	74.50	74.61	74.37
30.0	34.05	34.50	34.70	34.42
25.0	36.50	36.70	36.90	36.70
20.0	51.20	51.40	51.80	51.47
15.0	67.70	67.20	67.50	67.47
10.0	35.30	35.50	35.01	35.27
5.0	48.71	48.70	48.98	48.80
0.0	55.55	54.80	54.95	55.10

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ВЫБРАННОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ

ОСТАТОЧН. ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИИ КВАДРАТ	F-ФАКТОР	
				F_{ϕ}	F05
ТЕОР. Ф-ЦИИ	52.77938	22	2.39906	1.11	3.13
ОЦЕН. Ф-ЦИИ	17.25357	8	2.15670		

С ВЕРОЯТНОСТЬЮ 95%

УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ АДЕКВАТНО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ

Оценка адекватности уравнения регрессии для такта сосания

ФИКС. X	ПОВТОРЕНИЯ, X			СРЕДНИЕ
	1	2	3	
39.0	38.93	37.65	38.01	38.20
35.0	26.24	25.31	26.00	25.85
30.0	66.64	65.25	65.88	65.92
25.0	65.04	63.00	64.53	64.19
20.0	49.19	48.32	49.41	48.97
15.0	33.14	32.13	32.89	32.72
10.0	66.48	64.29	65.52	65.43
5.0	52.19	51.00	51.95	51.72
0.0	45.10	44.76	45.22	45.03

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ВЫБРАННОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ

ОСТАТОЧН. ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	F-ФАКТОР	
				F_{α}	F05
ТЕОР. Ф-ЦИИ	29.80409	22	1.35473	1.57	2.40
ОЦЕН. Ф-ЦИИ	16.99402	8	2.12425		

С ВЕРОЯТНОСТЬЮ 95%

УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ АДЕКВАТНО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ

Приложение Ж

Факторы	Вакуумметрическое давление, кПа	Диаметр золотника, м	Жесткость пружины, Н/м
Принятое обозначение	P	d	k
Обозначение в МФЭ	x ₁	x ₂	x ₃
Верхний предел (1)	40	0,05	2000
Основной уровень (0)	20	0,04	1500
Нижний предел (-1)	0	0,03	1000

Номер опыта	Матрица некомпозиционного плана											Y		
	P	d	k	x ₁	x ₂	x ₃	x ₁ x ₂	x ₁ x ₃	x ₂ x ₃	x ₁ x ₂ x ₃	x ₁ ² = x ₁ ² - d		x ₂ ² = x ₂ ² - d	x ₃ ² = x ₃ ² - d
1	40	0,05	2000	1	1	1	1	1	1	1	0,2697	0,2697	0,2697	0,0327
2	0	0,05	2000	-1	1	1	-1	-1	1	-1	0,2697	0,2697	0,2697	0,0617
3	40	0,03	2000	1	-1	1	-1	1	-1	-1	0,2697	0,2697	0,2697	0,0319
4	0	0,03	2000	-1	-1	1	1	-1	-1	1	0,2697	0,2697	0,2697	0,0615
5	40	0,05	1000	1	1	-1	1	-1	-1	-1	0,2697	0,2697	0,2697	0,03628
6	0	0,05	1000	-1	1	-1	-1	1	-1	1	0,2697	0,2697	0,2697	0,0635
7	40	0,03	1000	1	-1	-1	-1	-1	1	1	0,2697	0,2697	0,2697	0,03629
8	0	0,03	1000	-1	-1	-1	1	1	1	-1	0,2697	0,2697	0,2697	0,0655
9	40	0,04	1500	1,2154	0	0	0	0	0	0	0,7469	-0,7303	-0,7303	0,0347
10	31	0,04	1500	-1,2154	0	0	0	0	0	0	-0,7469	-0,7303	-0,7303	0,0632
11	20	0,039	1500	0	1,2154	0	0	0	0	0	-0,7303	0,7469	-0,7303	0,04487
12	20	0,024	1500	0	-1,2154	0	0	0	0	0	-0,7303	-0,7469	-0,7303	0,04595
13	20	0,04	1652,9	0	0	1,2154	0	0	0	0	-0,7303	-0,7303	0,7469	0,04206
14	20	0,04	826,5	0	0	-1,2154	0	0	0	0	-0,7303	-0,7303	-0,7469	0,04933
15	20	0,04	1500	0	0	0	0	0	0	0	-0,7303	-0,7303	-0,7303	0,04492

ВЫВОД ИТОГОВ

<i>Регрессионная статистика</i>	
Множественный R	0,999426365
R-квадрат	0,998853059
Нормированный R-квадрат	0,995985706
Стандартная ошибка	0,000785273
Наблюдения	15

Дисперсионный анализ

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>
Регрессия	10,00000	0,00215	0,00021	348,35371	0,00002
Остаток	4,00000	0,00000	0,00000		
Итого	14,00000	0,00215			

	<i>Коэффициент</i>	<i>стандартная ошибка</i>	<i>статистик</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
Y-пересечение	0,04791	0,00021	229,92977	0,00000	0,04733	0,04848	0,04733	0,04848
Переменная X 1	-0,01438	0,00025	-57,28064	0,00000	-0,01507	-0,01368	-0,01507	-0,01368
Переменная X 2	-0,00012	0,00025	-0,49433	0,64699	-0,00082	0,00057	-0,00082	0,00057
Переменная X 3	-0,00190	0,00025	-7,57455	0,00163	-0,00260	-0,00120	-0,00260	-0,00120
Переменная X 4	0,00032	0,00028	1,16610	0,30836	-0,00045	0,00109	-0,00045	0,00109
Переменная X 5	-0,00027	0,00028	-0,97700	0,38389	-0,00104	0,00050	-0,00104	0,00050
Переменная X 6	0,00038	0,00028	1,35519	0,24683	-0,00039	0,00115	-0,00039	0,00115
Переменная X 7	-0,00017	0,00028	-0,62582	0,56537	-0,00094	0,00060	-0,00094	0,00060
Переменная X 8	0,00431	0,00049	8,72493	0,00095	0,00294	0,00568	0,00294	0,00568
Переменная X 9	-0,00053	0,00049	-1,07373	0,34340	-0,00190	0,00084	-0,00190	0,00084
Переменная X 10	-0,00098	0,00049	-1,98279	0,11842	-0,00235	0,00039	-0,00235	0,00039

Оценка адекватности уравнения регрессии для перемещения пружины

ФИКС. X	ПОВТОРЕНИЯ, X			СРЕДНИЕ
	1	2	3	
39.0	31.90	32.47	32.70	32.36
35.0	33.90	34.70	35.20	34.60
30.0	36.29	36.37	36.28	36.31
25.0	38.47	38.87	38.55	38.63
20.0	41.11	42.06	41.18	41.45
15.0	45.95	44.92	44.87	45.25
10.0	50.28	49.33	49.34	49.65
5.0	55.57	56.61	55.83	56.00
0.0	61.50	62.40	61.70	61.87

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ВЫБРАННОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ

ОСТАТОЧН. ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	F-ФАКТОР	
				F_{ϕ}	F05
ТЕОР. Ф-ЦИИ	7271.96600	22	330.54390	1.10	3.13
ОЦЕН. Ф-ЦИИ	2409.47000	8	301.18370		

С ВЕРОЯТНОСТЬЮ 95%

УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ АДЕКВАТНО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ

Приложение 3

Факторы	Вакуумметрическое давление, кПа	Диаметр золотника, м	Частота вращения, с ⁻¹	Высота паза, м
Принятое обозначение	P	d	n	h
Обозначение в МФЭ	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄
Верхний предел (1)	48	0,05	1,33	0,05
Основной уровень (0)	40	0,04	1	0,04
Нижний предел (-1)	33	0,03	0,67	0,03

Номер опыта	Матрица некомпозиционного плана																				γ				
	P, кПа	d ₁ , м	n, об/с	h, м	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₁ x ₂	x ₁ x ₃	x ₁ x ₄	x ₂ x ₃	x ₂ x ₄	x ₃ x ₄	x ₁ x ₂ x ₃	x ₁ x ₃ x ₄	x ₁ x ₂ x ₄	x ₂ x ₃ x ₄	x ₁ x ₂ x ₃ x ₄	x ₁ ² -d		x ₂ ² -d	x ₃ ² -d	x ₄ ² -d	
1	48	0,05	1,33	0,05	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	2,082
2	33	0,05	1,33	0,05	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,278
3	48	0,03	1,33	0,05	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,165
4	33	0,03	1,33	0,05	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,677
5	48	0,05	0,67	0,05	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,041
6	33	0,05	0,67	0,05	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,639
7	48	0,03	0,67	0,05	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,583
8	33	0,03	0,67	0,05	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,339
9	48	0,05	1,33	0,03	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,873
10	33	0,05	1,33	0,03	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,15
11	48	0,03	1,33	0,03	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,049
12	33	0,03	1,33	0,03	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,609
13	48	0,05	0,67	0,03	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,937
14	33	0,05	0,67	0,03	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,575
15	48	0,03	0,67	0,03	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,525
16	33	0,03	0,67	0,03	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,305
17	46,67	0,04	1	0,04	1,4142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	-0,8	-0,8	-0,8	1,06
18	46,67	0,04	1	0,04	-1,4142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	-0,8	-0,8	-0,8	0,645
19	40	0,042	1	0,04	0	1,4142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,8	1,2	-0,8	-0,8	1,262
20	40	0,042	1	0,04	0	-1,414	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,8	1,2	-0,8	-0,8	0,69
21	40	0,04	0,95	0,04	0	0	1,4142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,8	-0,8	1,2	-0,8	1,138
22	40	0,04	0,95	0,04	0	0	-1,414	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,8	-0,8	1,2	-0,8	0,569
23	40	0,04	1	0,424	0	0	0	1,414	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,8	-0,8	-0,8	1,2	0,938
24	40	0,04	1	0,424	0	0	0	-1,41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,8	-0,8	-0,8	1,2	0,768
25	40	0,04	1	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	0,853

ВЫВОД ИТОГОВ

<i>Регрессионная статистика</i>	
Множественный R	0,930297281
R-квадрат	0,865453031
Нормированный R-квадрат	0,641208083
Стандартная ошибка	0,254468401
Наблюдения	25

Дисперсионный анализ

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	15	3,748692496	0,249912833	3,859409272	0,02317801
Остаток	9	0,582787504	0,064754167		
Итого	24	4,33148			

	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95,0%</i>	<i>Верхние 95,0%</i>
Y-пересечение	0,3698694120972	18,94938688	0,019518806	0,984853112	-42,49662184	43,23636067	-42,49662184	43,23636067
Переменная X 1	-0,0000049920853	0,000460133	-0,010849228	0,991580425	-0,001045885	0,001035901	-0,001045885	0,001035901
Переменная X 2	-0,1854884118985	459,6697259	-0,000403525	0,999686836	-1040,030651	1039,659675	-1040,030651	1039,659675
Переменная X 3	-0,1670493635745	17,9980063	-0,009281548	0,992796985	-40,88136824	40,54726951	-40,88136824	40,54726951
Переменная X 4	-6,7464125591477	459,589499	-0,014679214	0,98860836	-1046,41009	1032,917265	-1046,41009	1032,917265
Переменная X 5	0,0000017272960	0,011160131	0,000154774	0,999879885	-0,025244243	0,025247698	-0,025244243	0,025247698
Переменная X 6	0,0000010918259	0,000436966	0,002498652	0,998060874	-0,000987394	0,000989577	-0,000987394	0,000989577
Переменная X 7	0,0000481296523	0,01115999	0,004312697	0,996653058	-0,025197521	0,025293781	-0,025197521	0,025293781
Переменная X 8	-2,1287878788153	436,5158916	-0,004876771	0,996215302	-989,5963387	985,338763	-989,5963387	985,338763
Переменная X 9	5,7803030296554	11148,63739	0,000518476	0,999597626	-25214,18962	25225,75022	-25214,18962	25225,75022
Переменная X 10	-0,58333333333616	436,5158916	-0,001336339	0,998962908	-988,0508842	986,8842175	-988,0508842	986,8842175
Переменная X 11	0,000583333333333	0,010597981	0,055041932	0,957307569	-0,023390965	0,024557631	-0,023390965	0,024557631
Переменная X 12	-0,0000075757576	0,010597981	-0,00071483	0,999445242	-0,023981874	0,023966722	-0,023981874	0,023966722
Переменная X 13	-0,0002095959596	0,270672951	-0,000774351	0,999399049	-0,612514351	0,612095159	-0,612514351	0,612095159
Переменная X 14	-28,0303030296378	10587,06546	-0,002647599	0,997945281	-23977,63627	23921,57566	-23977,63627	23921,57566
Переменная X 15	0,0042929292929	0,257038789	0,016701484	0,987039152	-0,577169208	0,585755067	-0,577169208	0,585755067
Переменная X 16	-0,0000000001628	1,1756E-09	-0,13845348	0,892930409	-2,82216E-09	2,49663E-09	-2,82216E-09	2,49663E-09
Переменная X 17	186,2359875401330	1285,16098	0,144912575	0,88797324	-2721,000129	3093,472104	-2721,000129	3093,472104
Переменная X 18	0,5720245661177	1,447702504	0,39512577	0,70195148	-2,702906023	3,846955155	-2,702906023	3,846955155
Переменная X 19	-12,2629644783003	15,62986722	-0,784585327	0,452852405	-47,62018056	23,09425161	-47,62018056	23,09425161

Оценка адекватности уравнения регрессии для мощности привода

ФИКС. X	ПОВТОРЕНИЯ, X			СРЕДНИЕ
	1	2	3	
39.0	0.13	0.12	0.13	0.13
35.0	0.00	0.00	0.00	0.00
30.0	0.05	0.04	0.05	0.05
25.0	0.00	0.00	0.00	0.00
20.0	0.04	0.04	0.04	0.04
15.0	0.06	0.06	0.06	0.06
10.0	0.03	0.02	0.03	0.03
5.0	0.08	0.08	0.08	0.08
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ ВЫБРАННОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ

ОСТАТОЧН. ДИСПЕРСИЯ	СУММА КВАДРАТОВ	СТЕПЕНИ СВОБОДЫ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ	F-ФАКТОР F_{ϕ}	F05
ТЕОР. Ф-ЦИИ	0.00053	22	0.00002	2.18	3.13
ОЦЕН. Ф-ЦИИ	0.00009	8	0.00001		

С ВЕРОЯТНОСТЬЮ 95%

УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ АДЕКВАТНО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ РЕГРЕССИИ

АКТ

внедрения в производство научно-технической разработки

1. НАИМЕНОВАНИЕ ВНЕДРЕННОГО МЕРОПРИЯТИЯ «Доильный аппарат» по патенту №2621318 А01J 5/04, «Пульсатор для доильных установок» по патенту №2539957 А01J 5/10
2. КАКИМ НАУЧНЫМ УЧРЕЖДЕНИЕМ МЕРОПРИЯТИЕ ПРЕДЛОЖЕНО К ВНЕДРЕНИЮ ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ
3. НАИМЕНОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВА: ИП Белашов Александр Александрович (Белгородская обл., Ровеньской район, с. Свистовка)
4. КАЛЕНДАРНЫЕ СРОКИ ВНЕДРЕНИЯ май - июль 2018г.
5. ОБЪЕМ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЯ три доильных аппарата
6. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ НА ЕДИНИЦУ (га, гол. и т.д.) И НА ВЕСЬ ОБЪЕМ 3765,33 рублей на одну корову, 188266,5 рублей на 50 голов.
7. ФИО, ДОЛЖНОСТЬ РАБОТНИКОВ, УЧАСТВОВАВШИХ ВО ВНЕДРЕНИИ МЕРОПРИЯТИЯ Клёсов Д.Н., аспирант

ПОДПИСИ:

Индивидуальный

предприниматель

 А.А. Белашов

Представитель

научного учреждения

 П.И. Бреславец

Исполнитель

 Д.Н. Клёсов



Печать кооператива



Печать научного учреждения





ДИПЛОМ ПОЧТЕНИЯ И БЛАГОДАРНОСТИ

НАГРАЖДАЕТСЯ

участник Региональной научно-практической
конференции молодых исследователей
«Перспективные инновационные разработки
молодых исследователей Белгородской области –
развитию региона»

Клёсов Дмитрий Николаевич

*Председатель
экспертного совета*

И.С. Константинов

*Заместитель начальника департамента
экономического развития Белгородской области –
начальник управления инновационного развития*



И.В. Корнейчук

*Руководитель Постоянного
представительства Фонда
в Белгородской области*

Ю.А. Склярова



ФОНД СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ
 малых форм предприятий в научно-технической сфере

ДИПЛОМ

Победитель программы “Участник молодежного
 научно-инновационного конкурса” (“УМНИК”)

Желёсов

Александр

Николаевич

*Председатель
 Наблюдательного совета*

И.М. Бортник

*Генеральный директор
 Фонда содействия развитию
 малых форм предприятий
 в научно-технической сфере*

С.Г. Поляков



Диплом

награждается

***Клёсов Дмитрий
Николаевич***

*аспирант 2 года обучения
инженерного факультета*

*за активное участие
во Всероссийской научно-практической конференции
«Ведение молочного бизнеса»*

Ректор

Белгородского государственного
аграрного университета
имени В.Я. Горина



А.В. Турьянский

30 июня 2015 г.





Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I»**

ДИПЛОМ

III МЕСТО

награждается аспирант 3 года обучения,
ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ»

Клёсов Дмитрий Николаевич

Номинация «Технические науки»

II этап Всероссийского конкурса на лучшую научную работу
среди студентов, аспирантов и молодых ученых
вузов Минсельхоза Российской Федерации

Научный руководитель: Ужик В.Ф.

Ректор ФГБОУ ВО
Воронежский ГАУ



И.И. Бухтояров

25 – 26 апреля 2016 г.



ДИПЛОМ

II степени

награждается

Клёсов Дмитрий Николаевич

аспирант Белгородского государственного
аграрного университета имени В.А.Торина -
призер Всероссийского конкурса на лучшую
научную работу среди студентов, аспирантов и
молодых ученых высших учебных заведений

Минсельхоза России

в номинации

«Технические науки»

Заместитель Министра
сельского хозяйства
Российской Федерации

Е.Ю. Астраханцева

Москва 2016

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

УДОСТОВЕРЕНИЕ

О ПОВЫШЕНИИ КВАЛИФИКАЦИИ

502403179012

Документ о квалификации

Регистрационный номер 2268

Город
Москва

Дата выдачи
13 февраля 2016 г.

Настоящее удостоверение свидетельствует о том, что
КЛЁСОВ ДМИТРИЙ НИКОЛАЕВИЧ

прошел(а) повышение квалификации в (на)
ФГБОУ «Российская инженерная академия
менеджмента и агробизнеса»

по дополнительной профессиональной программе
«Сервис и техническая эксплуатация
агротехнических средств отечественного
и зарубежного производства»



в объеме
84 час.

[Handwritten signature]

**УДОСТОВЕРЕНИЕ
О ПОВЫШЕНИИ КВАЛИФИКАЦИИ**

Настоящее удостоверение выдано КЛЁСОВУ
(фамилия, имя, отчество)
ДМИТРИЮ НИКОЛАЕВИЧУ

в том, что он(а) с «16» февраля 2016 г. по «18» февраля 2016 г.
прошел(а) обучение и (на) ФГБОУ ДПО «Калужский учебный центр
(наименование)
по подготовке, переподготовке и повышению квалификации
(наименование учреждения (подготовки) дополнительного профессионального образования)
кадров агропромышленного комплекса»

по программе: «Перспективы развития молочного
(наименование программы, темы, программы дополнительного профессионального образования)
животноводства на промышленной основе с учетом
автоматизации и роботизации производственных процессов

в объеме 24 часов
(количество часов)

 (директор) Е. Косов
Исполнительный директор Б. А.

Город Калуга Год 2016

Удостоверение является документом
установленного образца о повышении квалификации

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Калужский учебный центр по подготовке, переподготовке и
повышению квалификации кадров агропромышленного комплекса»
(ФГБОУ ДПО КУЦППК АПК)

Лицензия министерства образования и науки Калужской области
серии 40.Л01 № 0001297 регистрационный № 306 от 08.09.2015 г.

Регистрационный номер 344





Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I»

СЕРТИФИКАТ

настоящим сертификатом подтверждается, что

Клёсов

Дмитрий Николаевич

*принял (ла) участие в работе Международной научно-
практической конференции*

молодых ученых и специалистов

*«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ АПК»*

15-17 ноября 2016 года, г. Воронеж

*Председатель Оргкомитета
ректор ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный аграрный университет
имени императора Петра I»*



И. Бухтояров

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Белгородский государственный аграрный университет
имени В. Я. Горина»



БЛАГОДАРНОСТЬ

**КЛЕСОВУ
ДМИТРИЮ НИКОЛАЕВИЧУ**

аспиранту 3-го года обучения

за значительные успехи в учебной
и общественной деятельности в 2015 году
и в связи с празднованием Дня университета

Ректор Белгородского государственного
аграрного университета
имени В.Я.Горина



А.В.Шурьянский

г. Мичуринский

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»



БЛАГОДАРСТВЕННОЕ ПИСЬМО

вручается

**Клёсову
Дмитрию
Николаевичу**

*за активное участие в мероприятиях
LX научно-практической конференции студентов,
аспирантов, молодых учёных и специалистов
«Научные исследования и разработки
молодых ученых для развития АПК»,
посвящённой 85-летию со дня рождения профессора,
член-корреспондента РАСХН Ю.К. Неумывакина*

Ректор



С.Н. Волков

17-24 апреля 2017

г. Москва



ДИПЛОМ

Награждается

Клессов

ДМИТРИЙ НИКОЛАЕВИЧ

за активное участие в выставке
«Проекты и разработки молодых ученых
и малых инновационных предприятий
Белгородской области»

в рамках

ДНЯ ИННОВАЦИЙ
БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

26 апреля 2017 года

Директор ОГБУ «Белгородский региональный
ресурсный инновационный центр»

Заместитель начальника департамента – начальник
управления инвестиций и инноваций департамента
экономического развития Белгородской области

Е. А. Гоголь

И. Н. Полевой