

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

На правах рукописи



Бородин Сергей Алексеевич

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТИМУЛИРУЮЩЕГО ДОИЛЬНОГО
АППАРАТА

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных
наук, доцент **Е.А. Андрианов**

Воронеж – 2018

Оглавление

Введение	4
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ	9
1.1 Основы физиологии и технологии выведения молока из вымени коровы..	9
1.2 Анализ состояния вопроса исследований конструкций доильных аппаратов.....	13
1.3 Анализ теоретических исследований моделирования процесса молоковыведения и обоснования параметров доильных аппаратов.....	30
2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТИМУЛИРУЮЩЕГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА	35
2.1 Обоснование конструктивно-технологической схемы многофункционального стимулирующего доильного аппарата.....	35
2.2 Моделирование процесса молоковыведения.....	39
2.3 Обоснование основных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата.....	45
2.3.1 Определение времени отключения высокочастотного блока модернизированного вибропульсатора.....	45
2.3.2 Определение веса груза в системе молоколовушка-груз.....	48
2.3.3 Определение конструктивных параметров устройства переключения магнитного клапана.....	51
Выводы.....	56
3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	58
3.1 Программа лабораторных экспериментальных исследований.....	58
3.2 Методика проведения экспериментальных исследований.....	59
3.2.1 Лабораторное оборудование и приборы, необходимые для проведения исследований	59
3.2.2 Методика измерения циклических колебаний давления в камерах доильных стаканов, вызванных вибропульсатором с отключаемым высокочастотным блоком.....	79
3.2.3 Методика определения и сравнительной оценки физиологических параметров воздействия доильных раздражителей на молочную железу ..	81
3.2.4 Методика определения пропускной способности и выявления рациональных режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата	83

3.2.5 Методика определения времени отключения высокочастотного блока вибропульсатора и выявления конструктивно-режимных параметров блока управления режимом доения	85
3.2.6 Методика определения геометрических параметров устройства переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума ...	89
4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТИМУЛИРУЮЩЕГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА	90
4.1 Результаты лабораторных исследований.....	90
4.1.1 Результаты измерения и анализа циклических колебаний давления в доильных стаканах, вызванных вибропульсатором с отключаемым высокочастотным блоком.....	90
4.1.2 Результаты исследований по определению пропускной способности и выявлению рациональных режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата	95
4.1.3 Результаты исследований по определению времени отключения высокочастотного блока вибропульсатора и выявления конструктивно-режимных параметров блока управления режимом доения.....	102
4.1.4 Результаты исследований по определению конструктивных параметров устройства переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума.....	110
4.1.5 Результаты сравнения теоретических и экспериментальных исследований	112
Выводы.....	115
5. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТИМУЛИРУЮЩЕГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА	116
5.1 Программа и методика производственных испытаний.....	118
5.2 Экономическая эффективность использования многофункционального доильного аппарата.....	122
Выводы.....	131
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	132
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	134
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	150

Введение

Актуальность темы исследования. Во многих хозяйствах нашего региона активно развивается молочное животноводство. Основным технологическим процессом на ферме по производству молока является доение.

В настоящее время наряду с строительством крупных молочных комплексов, где доильные установки комплектуются элементами автоматики, позволяющими управлять режимом доения, параллельно развиваются фермерские хозяйства при привязном содержании коров небольшими группами, где целесообразно использование многофункциональных доильных аппаратов, позволяющих осуществлять ряд важнейших технологических операций: раздой первотелок и новотельных коров в родильном отделении и доение основного стада.

Поэтому для более полного извлечения молока из вымени необходимо использование конструкции высокопроизводительного многофункционального доильного аппарата, адекватного физиологии животного и обеспечивающего выполнение различных технологических операций, связанных с машинным доением коров. Однако анализ существующих переносных доильных аппаратов показал, что до нынешнего времени промышленностью не освоен выпуск многофункционального доильного оборудования, обладающего полным спектром варьирующих параметров режима доения, при доении в ведро.

В связи с этим, научная актуальность исследования заключается в необходимости разработки конструкции доильного аппарата, обеспечивающего повышение адаптивности и функциональности доения коров небольшими группами при их привязном содержании.

Диссертация выполнена в рамках научно-исследовательской работы агроинженерного факультета «Инновационные направления совершенствования процессов и технических средств механизации и электрификации сельскохозяйственного производства», утвержденной ученым советом ВГАУ (№ 01.200.1-003986).

Степень разработанности темы. Анализ способов и средств доения, изложенных в работах Аверкаева А. А., Админа Е.Н., Андрианова Е.А., Бунина

И.А., Вальдмана Э.А., Васина Б.И., Городецкой Т.К., Каранаева Ю.С., Карташова Л.П., Келписа Э.А., Кирсанова В.В., Кокориной Э.П., Королева В.Ф., Краснова И.Н., Кузьмина А.Е., Курочкина А.А., Мельникова С.В., Огородникова П.И., Петухова Н.А., Проничева Н.П., Соловьева С.А., Скоркиной С.А., Ужика В.Ф., Ужик О.В., Ульянова В.М., Утолина В.В., Хрипина В.А., Цоя Ю.А., Чехунова О.В., Шахова В.А., Щукина С.И. и других авторов, показал, что вопрос безопасного молоковыведения требует дальнейшего изучения и исследования.

Проведенный анализ литературных и патентных источников показал следующее: при привязном содержании коров небольшими группами для более полного извлечения молока из вымени необходимо использование конструкции высокопроизводительного многофункционального доильного аппарата, обеспечивающего выполнение различных технологических операций, связанных с машинным доением коров, и позволяющего осуществить одновременно щадящий и стимулирующий стиль доения в начальный и заключительный периоды.

Объектом исследований является рабочий процесс многофункционального стимулирующего доильного аппарата.

Предметом исследования являются закономерности изменения показателей работы многофункционального стимулирующего доильного аппарата от его конструктивно-технологических параметров.

Цель исследований: обоснование параметров и режимов работы многофункционального стимулирующего доильного аппарата.

Задачи исследований:

- разработать конструктивно-технологическую схему многофункционального стимулирующего доильного аппарата;
- обосновать режимные параметры многофункционального стимулирующего доильного аппарата и определить физиологические параметры воздействия разрабатываемого аппарата на молочную железу в различных режимах доения;
- обосновать конструктивно-технологические параметры переключающего устройства блока управления режимом доения и устройства переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума;

- произвести производственные испытания разработанного многофункционального стимулирующего доильного аппарата, определить экономическую эффективность его применения.

Научная новизна:

- конструктивно-технологическая схема многофункционального стимулирующего доильного аппарата, отличающаяся усовершенствованными конструкциями механизма управления режимом доения, устройства переключения магнитного клапана и вибропульсатора;

- аналитические зависимости по определению интенсивности выведения молока от времени доения, а также параметров и режимов работы многофункционального стимулирующего доильного аппарата, отличающиеся учетом особенностей предлагаемого технического решения составляющих доильного аппарата;

- результаты лабораторных исследований и производственных испытаний многофункционального стимулирующего доильного аппарата, отличающиеся тем, что определены для варианта конструкции разрабатываемого доильного аппарата.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретические зависимости для определения параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата, подтвержденные экспериментальными исследованиями и производственными испытаниями, позволяют расширить знания в теории машинного доения коров.

Предложенные технические решения, защищенные патентами на изобретение №2613499 и на полезную модель №172455, позволят повысить эффективность машинного доения коров.

Результаты диссертационных исследований могут быть использованы при разработке новых конструкций доильных аппаратов и полезны для сельскохозяйственного производства и учебных заведений.

Методология и методы исследования. Теоретические исследования базировались на известных законах математики, теоретической механики и др.

наук. Для получения расчетных зависимостей использовался метод математического моделирования на основе дифференциального и интегрального исчисления, позволяющий установить параметры и режимы работы многофункционального стимулирующего доильного аппарата. Исследования проводились на основе известных и частных методик с использованием теории планирования эксперимента, современных приборов и ЭВМ, специально разработанных установок, а также компьютерного моделирования в Компас-3D. Обработка экспериментальных данных осуществлялась на основе математического моделирования и статистики с применением современного программного обеспечения: Maple, Statistica, Microsoft Excell.

Положения, выносимые на защиту:

- конструктивно-технологическая схема многофункционального стимулирующего доильного аппарата, позволяющая повысить функциональность и адаптивность доения;
- аналитические зависимости, позволяющие определить интенсивность выведения молока от времени доения, а также параметры и режимы работы многофункционального стимулирующего доильного аппарата;
- результаты лабораторных исследований, позволяющие установить параметры и режимы работы многофункционального стимулирующего доильного аппарата;
- результаты производственных испытаний разработанного доильного аппарата, позволяющие экономически обосновать эффективность предложенных технических решений.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов диссертационной работы подтверждена: численной реализацией аналитических зависимостей, использованием апробированных методов исследования, удовлетворительной сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований, патентными исследованиями, результатами внедрения в производство.

Материалы исследований были доложены и обсуждены: на научных конференциях Воронежского ГАУ (2015-2018 г.); на международных научно-производственных конференциях: «Агропромышленный комплекс на рубеже веков» (г. Воронеж, 2015 г.); «Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства» (г. Воронеж, 2015 г.); «Наука и образование в современных условиях» (г. Воронеж, 2016 г.); «Современные научно-практические решения XXI века» (г. Воронеж, 2016 г.); «Актуальные проблемы аграрной науки, производства и образования» (г. Воронеж, 2016 г.), «Роль аграрной науки в развитии АПК РФ » (г. Воронеж, 2017 г.), «Биотехнологии и инновации в агробизнесе» (г. Белгород, 2018г.).

Личный вклад соискателя. Личный вклад соискателя заключается в постановке задач исследования, выборе методов, разработке методики исследований, выполнении математических преобразований, получении и реализации на ЭВМ аналитических зависимостей, усовершенствовании конструкции доильного аппарата, разработке лабораторной установки, получении экспериментальных данных, формулировке выводов.

Публикации по теме диссертации.

По теме диссертации опубликовано 13 работ, в том числе 1 в изданиях, входящих в международную базу Scopus, 4 в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 2 в описаниях к патентам, 6 в материалах международных конференций.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа включает введение, пять глав, заключение, список использованных источников (142 наименований) и приложения. Общий объем работы составляет 198 страниц, содержит 55 рисунков, 23 таблицы, 15 приложений.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Основы физиологии и технологии выведения молока из вымени коровы

С физиологической точки зрения молоковыведение является достаточно сложным процессом, так как в нем задействованы как гормональная, так и нервная система лактирующего животного. Установлено, что выведение цистернального и альвеолярного молока различно. Для выведения первого достаточно преодолеть сопротивление сфинктера соска, выведение второго возможно только возбуждением у животного рефлекса молокоотдачи в результате раздражения рецепторов вымени от воздействия внешних раздражителей через анализаторы обоняния и осязания животного [38, 39].

Известно, что выведение молока из вымени лактирующей коровы осуществляется путем высасывания телёнком, ручного доения, катетеризации сосков, или машинного доения техническими средствами.

По-прежнему эталоном извлечения молока из вымени с точки зрения физиологического воздействия и отсутствия негативного влияния на соски остается естественное высасывание молока телёнком [61, 64]. Молоко из соска выводится теленком в две фазы: в фазе сосания (выжимания) создается вакуум в ротовой полости и внутри соска, а по мере расслабления телёнком рта в следующей фазе давление вакуума в конце соска ослабевает, при этом в первой фазе создается как положительное, так и отрицательное давление, первое из которых оказывает защитное действие, а второе обеспечивает извлечение молока из вымени и составляет 30,6...33,25 кПа. При этом, в заключительный период каждого цикла в цистерне соска наблюдается давление вакуума, равное примерно 2,6 кПа, которое у основания соска продолжается снижаться, в результате чего цистерна опять заполняется молоком. За одну минуту цикл повторяется до 100...120 раз [113]. Исследования показывают, что молоко из полости соска выводится теленком путем выжимания языком с давлением 70-92 кПа [75]. Другими исследователями установлено комбинированное воздействие теленка

на сосок коровы низкочастотным переменным вакуумметрическим давлением частотой 1,5...2,5 Гц и обладающим стимулирующим молокоотдачу эффектом высокочастотным вакуумметрическим давлением частотой 10 Гц [117]. Однако телёнок за раз полностью не высасывает молоко из вымени, что в конечном счете и определяет количество и скорость образования молока, необходимого для его нормального развития [37, 39].

Следующим способом извлечения молока из вымени коровы, осуществляемым также в две фазы (выжимания и отдыха) в соотношении 6:1, является ручное доение. Ручное доение наиболее эффективно в период раздоя, так как в это время наиболее вредно воздействие вакуумметрического давления [38, 39]. В фазе выжимания с помощью движений пальцев рук, молоко выдавливается из сосков вымени [24]. В фазе отдыха соски вымени подвергаются воздействию атмосферного давления, извлечение молока прекращается и цистерны сосков заполняются молоком благодаря внутривыменному давлению [53]. Однако, несмотря на указанные преимущества, ручное доение требует существенных затрат мускульной энергии человека, что ограничивает производительность труда доярки и не позволяет выдоить за смену более 10 – 12 коров, снижает качество молока в связи с возможностью попадания различных примесей, не позволяет одновременно выдаивать молоко из всех четвертей вымени, что в конечном счете приводит к наличию невыдоенного молока и ограничению его продуцирования [37, 62].

Катетеризацией сосков можно извлечь цистернальное молоко,работанного молочной железой коровы. Однако регулярное извлечение молока катетеризацией сосков способствует как быстрому запуску коров, так и прекращению лактации. Поэтому, использование этого способа извлечения молока, осуществляют для исследования полноты выдаивания, ветеринарно-санитарных мероприятий и других наблюдений за жизнедеятельностью лактирующих животных.

И последний самый современный способ извлечения молока из вымени коровы – машинное доение, которое позволило значительно повысить произво-

длительность труда за счет возможности обслуживания значительно большего количества животных и снижения затрат ручного труда, а также продуктивные характеристики коров за счет одновременного выведения молока из всех четвертей вымени [36, 138].

Теперь, чтобы перейти к технологии доения техническими средствами вернемся к физиологии доения. Именно из-за ограниченности во времени процесса эвакуации молока из вымени (2...3 минуты) в связи действием в течение этого промежутка гормона окситоцина и его концентрации в крови основным требованием, предъявляемым к доильным аппаратам, является достаточно высокая пропускная способность. Если в первые две минуты действия гормона и появления рефлекса молокоотдачи задействованы все двигательные элементы молочной железы, а уже на 3-ей минуте мышечная активность снижается, то на 4-ой почти прекращается. Если животное не выдоено в течение этого промежутка времени, процесс выведения молока из вымени осуществляется, в основном, за счет силовых воздействий доильного аппарата и массажа [39]. Кроме того, в связи с тем, что различные рефлексогенные зоны соска обладают неодинаковой активностью рецепторов, важное значение имеет распределение силового воздействия по поверхности соска, так как наибольшим стимулирующим действием на возбуждение рефлекса молокоотдачи обладает именно зона основания соска. А как раз это конструкторами доильной техники до сих пор технически не реализовано, так как при воздействии современной сосковой резины на основание соска приходится всего 10...20% общей суммы силовой нагрузки против 60...70% при ручном доении [40].

Вторым важнейшим требованием, предъявляемым к современной доильной технике, является обеспечение безопасности молочной железы в процессе доения. Именно два фактора приводят к массовым заболеваниям коров маститом: неполное выдаивание коров из-за низкой пропускной способности доильных аппаратов или нарушений технологического процесса доения, и «сухое доение» в связи с передержкой доильных стаканов на вымени [40, 66].

Из вышесказанного вытекает следующий вывод: для полного выведения альвеолярного молока из вымени необходимо либо обеспечить технико-технологическую возможность выдаивания коровы за время активного действия гормона окситоцина, либо поддерживать рефлекс молокоотдачи техническими возможностями доильного аппарата, обеспечивая массирующее воздействие на соски.

И, следовательно, следующее требование, предъявляемое к доильной технике, состоит в том, что современный доильный аппарат должен поддерживать рефлекс молокоотдачи на достаточном уровне в процессе дойки.

Быстрое выдаивание коровы в первую очередь зависит от выводящей системы, а именно запирающего сосок сфинктера, поэтому важно должным образом проводить подготовительные операции на вымени с целью возбуждения полноценного рефлекса молокоотдачи [36, 53, 66]. Почти все исследователи сходятся во мнении, что для извлечения молока из вымени большинства лактирующих коров достаточной величиной вакуумметрического давления в подсосковом пространстве следует считать 33...40 кПа в связи с тем, что величина тонуса сфинктера соска составляет около 40 кПа и в процессе доения животного уменьшается в 3...4 раза [45]. Однако, интенсивное доение невозможно при низком вакууме и не позволяет с высокой скоростью выдаивать животное в связи с торможением рефлекса молокоотдачи [5]. С другой стороны, высокий вакуум при работе доильного аппарата приводит к повреждению внешней поверхности соска из-за образования эффекта "хлопка" при сжатии соска сосковой резиной и к торможению молокоотдачи еще не выдоенного животного из-за наползания доильных стаканов на соски и нарушения выведения молока [8]. R. Gudding и D.M. Calton придерживаются мнения, что повышение уровня вакуума от величины 31,75 см. рт. ст. (42 кПа) способствует увеличению случаев заболевания маститом [3,4]. Кроме того, перепады уровня вакуума приводят к обратному току молока, тем самым способствуя переносу микробов от больных долей вымени к здоровым [1, 7, 35, 141].

Следовательно, вытекает следующий вывод: величина вакуума должна быть не больше необходимой для интенсивного отвода молока для каждой отдельной фазы доения. По мнению ведущих ученых в области машинного доения коров, рабочее вакуумметрическое давление доильных аппаратов в фазе основного доения должно находиться в пределах 46...50 кПа [16, 25, 50, 56, 57, 61, 76, 95, 100, 112], в фазе додаивания и стимуляции – в пределах 33...40 кПа [51, 101, 107, 108, 109, 110, 111, 115].

Так как, молоковыведение неразрывно связано с рефлекторной деятельностью животного, основная задача машинного доения не только полностью и без вреда для животного извлечь молоко, но и максимально уменьшить использование ручного труда, как при раздое новотельных коров, так и доении основного стада. Исходя из этого, технология доения коров с использованием доильных машин должна включать в себя: обмывание вымени; обтирание; сдаивание первых струек молока; включение аппарата и микромассаж сосков в начальный период доения при безопасной величине вакуумметрического давления; процесс доения и контроль за ним; машинное додаивание с микромассажем сосков; отключение доильного аппарата. Однако в настоящем так и остается нерешенным вопрос полного и безопасного выдаивания коров при доении в ведро при их привязном содержании.

1.2 Анализ состояния вопроса исследований конструкций доильных аппаратов

Итак, к конструкциям современных доильных аппаратов предъявляются рассмотренные выше технические и физиологические требования [17, 54, 55, 62, 63, 65, 134], а сами аппараты классифицируются: по принципу работы; по способу извлечения молока; по характеру извлечения молока; по режиму доения; по характеру воздействий на соски вымени; по конструкции доильного стакана; по конструкции коллектора; по конструкции пульсатора; по месту сбора молока (рис 1.1).

Большинство устройств для доения коров, используемых на молочных фермах страны – это отсасывающие доильные аппараты, использующие для выведения молока вакуумметрическое давление в подсосковых камерах доильных стаканов. Изучению рабочего процесса и совершенствованию конструкций этих доильных аппаратов посвящены работы многих ученых [26, 27, 36, 43, 61, 67, 69, 122].

Из них известны отечественные двухтактные доильные аппараты синхронного доения (ДА– 2 М, АДУ– 1 М, АДУ– 1 – 03, АДУ– 1 – 04), попарного действия ("Дояр", "Нурлат"), трехтактные (ДА– 3 М, "Волга"). Кроме того, используются доильные аппараты фирм DeLaval (Швеция), S.A. Christensen & Co (SAC) (Дания), Westfalia (Германия), Impulsa (Германия), System Happel (Германия), VouMatic (США) и другие.

В всем мире наибольшей популярностью пользуются доильные аппараты, работающие в два такта: сосание и сжатие, и состоящие из доильных стаканов, коллектора, пульсатора, молочных и воздушных шлангов (рис. 1.2).

Коллектор собирает молоко из подсосковых камер доильных стаканов и далее транспортирует его в молокоприемник или молокопровод, а распределитель, установленный на нем, осуществляет передачу переменного вакуумметрического давления, поступающего из другого составляющего элемента аппарата – пульсатора, выполняющего преобразовательную функцию, в межстенные камеры доильных стаканов.

Пульсатор, осуществляющий подачу пульсирующего вакуума, позволяет осуществлять смену тактов от сосания к сжатию, и, наоборот.

Однако, постоянное воздействие вакуумметрического давления приводит к нарушению кровообращения в сосках, не восстанавливаемого даже в такте разгрузки, и удлинению сосков к концу доения, способствующему напозанию на них доильных стаканов, преждевременному прерыванию молоковыведения и неполному выдаиванию коров, а нередкая передержка доильных стаканов на сосках вымени по завершению продуцирования молока

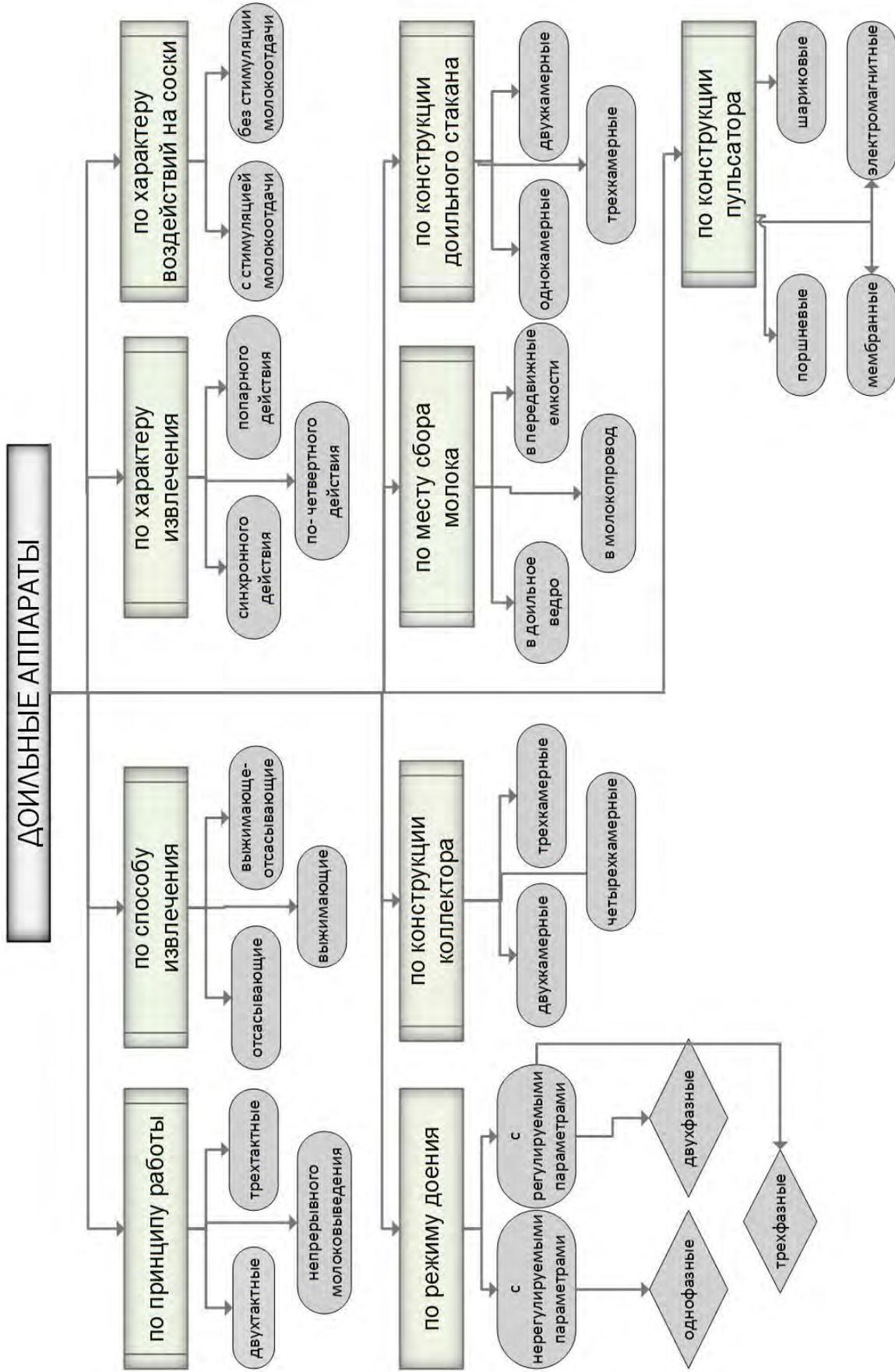


Рисунок 1.1 - Классификация доильных аппаратов

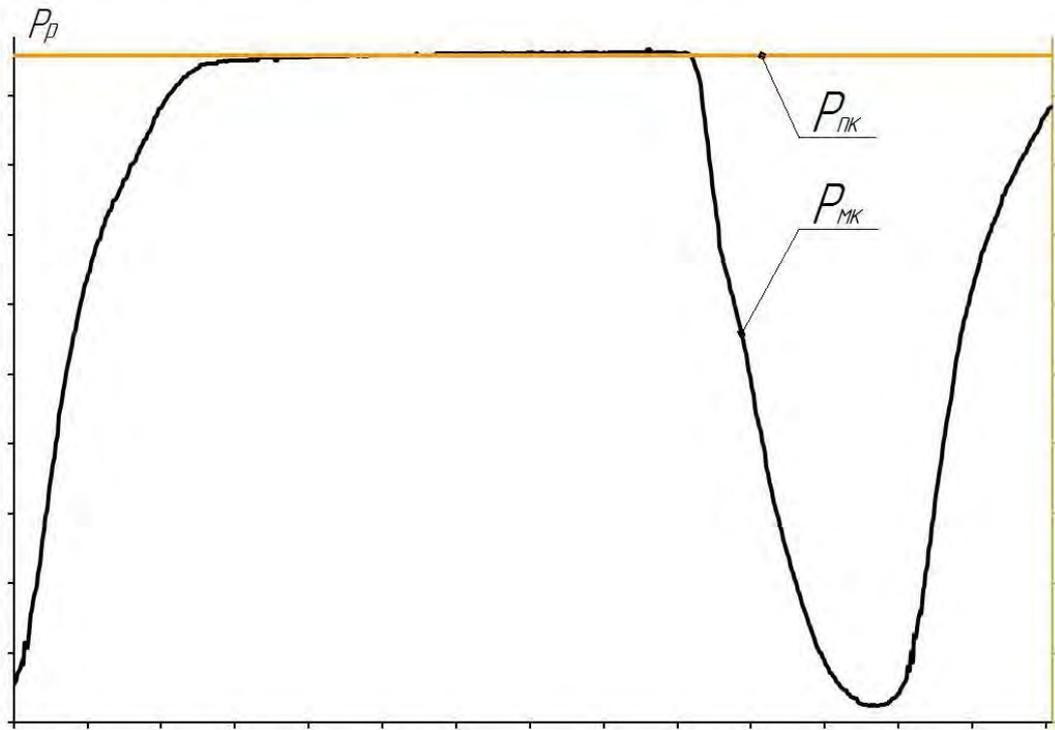


Рисунок 1.2 – Осциллограммы циклический колебаний вакуума в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов аппарата, работающего по двухтактному принципу (PulsoTest Comfort): $P_{мк}$ – изменение вакуумметрического давления в межстенной камере; $P_{пк}$ – изменение вакуумметрического давления в подсосковой камере; P_p – рабочее вакуумметрическое давление

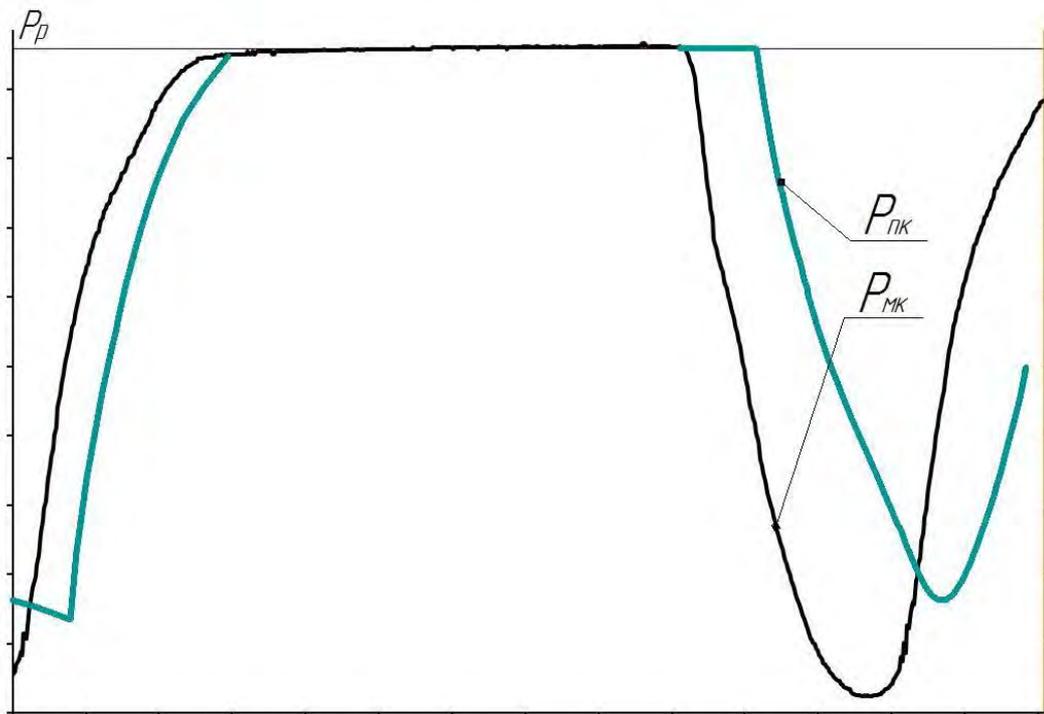


Рисунок 1.3 – Осциллограммы циклический колебаний вакуума в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов аппарата, работающего по трехтактному принципу: $P_{мк}$ – изменение вакуумметрического давления в межстенной камере; $P_{пк}$ – изменение вакуумметрического давления в подсосковой камере; P_p – рабочее вакуумметрическое давление

приводит к «холостому доению», способствующему возникновению мастита.

Трехтактный доильный аппарат, отличный от двухтактного конструкцией коллектора, позволяет в значительной степени восстанавливать кровообращение в сосках, используя третий такт – отдыха и обеспечивая поступление атмосферного давления под соски вымени коровы (рис. 1.3). Однако низкая пропускная способность приводит к неполному выдаиванию коров, а «мокрое доение» может спровоцировать возникновение у них маститов.

Низковакуумный доильный аппарат АДУ-1-03, обладающий способностью периодического впуска порции воздуха в молочную камеру коллектора во время такта сжатия и обеспечивающий в подсосковых камерах более стабильный вакуум, позволяет понизить уровень рабочего вакуумметрического давления в вакуумной линии до 45 кПа. Низковакуумный режим способствует более полному жировыведению и благоприятному раздою коров, но не позволяет полностью выдаивать высокопродуктивных коров.

Однофазные доильные аппараты попарного действия "Дояр", АДС 25.00, MU100 (DeLaval) за счет попарного выдаивания различных долей вымени коровы отличаются более адекватной физиологии животного стимуляцией молокоотдачи, пониженным гидравлическим сопротивлением отводу молока и более стабильным уровнем вакуума в подсосковых камерах.

Еще более физиологичные трехфазные доильные аппараты попарного действия «Нурлат», MU200 "Дуовак" и Duovac 300 (DeLaval) за счет блока управления уровнем вакуума позволяют устанавливать уровень низкого вакуума в начальный и конечный период доения, тем самым снижая вероятность заболевания вымени и увеличивая полноту выдаивания коров.

Принцип работы доильного аппарата непрерывного отсоса "Темп" заключается в том, что в рабочей камере пульсатора нижний и верхний предел вакуума не достигает соответственно величины атмосферного давления и вакуумметрического давления под соском, в связи с чем сосковая резина совершает колебания с малой амплитудой, обеспечивая высокую скорость молоковыведе-

ния. Но, как отмечает Королев В.Ф. [61], передержка доильных стаканов на вымени, во избежание заболевания маститом, недопустима. Совершенствованием конструкций этих аппаратов посвящены следующие работы ученых [19, 49, 61, 62, 63, 71, 72, 99, 125].

Доильный аппарат выжимающего типа "Доярка" обеспечивал выведение молока за счет постоянно поддерживаемого низкого вакуума под соском, поступающего от редуктора, и изменяющего высокого вакуума в такте отдыха на избыточное давление в такте выжимания, поступающего из трубопроводов в межстенные камеры доильных стаканов [64].

Отдельно хотелось бы отметить стимулирующий доильный аппарат АДУ-1-04, отличие которого от серийных двухтактных аппаратов в специально разработанном вибропульсаторе, задающем за счет колебаний сосковой резины амплитудой 1-2 мм и высокой частотой 10 Гц (рис. 1.4) необходимый стимулирующий рефлекс молокоотдачи режим работы, имитирующий процесс сосания коровы теленком.

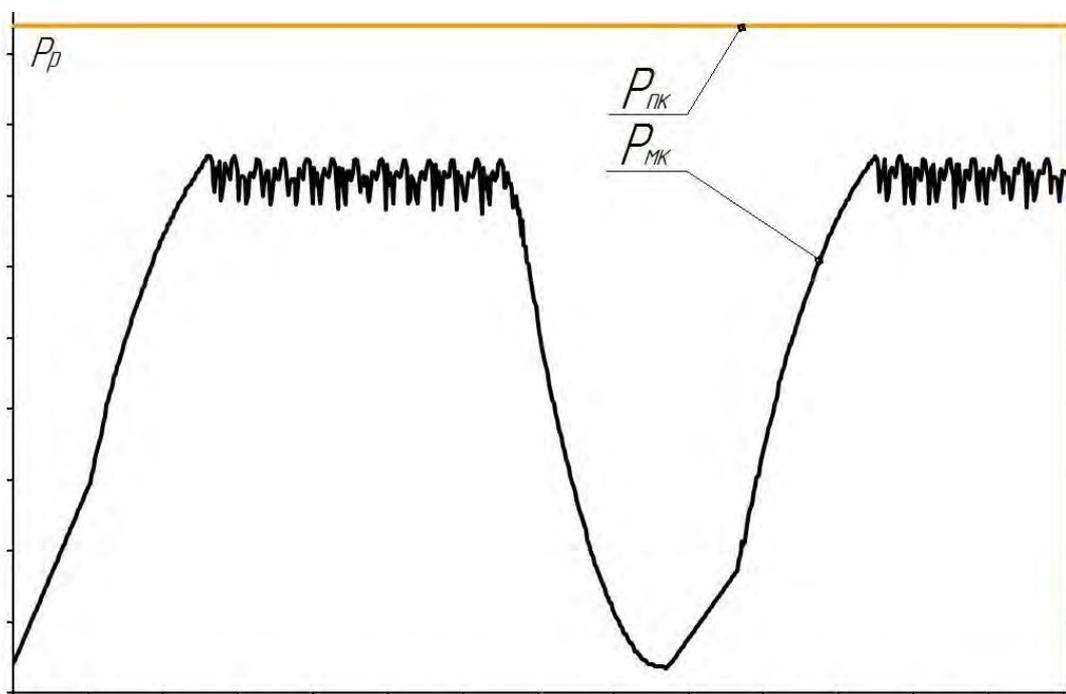


Рисунок 1.4 – Осциллограммы циклический колебаний в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов аппарата АДУ-1-04 (PulsoTest Comfort): $P_{мк}$ – изменение вакуумметрического давления в межстенной камере; $P_{нк}$ – изменение вакуумметрического давления в подсосковой камере; P_p – рабочее вакуумметрическое давление

Однако в период интенсивного припуска молока в связи с полусжатым состоянием сосковой резины не обеспечивается достаточная пропускная способность аппарата, что в конечном счете приводит к неполному выдаиванию коров [116, 119].

Доильный аппарат «Волга» в трехтактном исполнении, обеспечивающий интервалы отдыха во время впуска воздуха в подсосковые камеры доильных стаканов, укомплектованный вибропульсатором, при испытаниях показал увеличение надоя на 0,2 кг за счет колебательного движения сосковой резины и адекватного воздействия вакуума [118].

В стимулирующем доильном аппарате Westfalia «STIMOPULS C» реализована возможность стимулировать соски вымени коров высокочастотной пульсацией сосковой резины 5 Гц и воздействовать вакуумом 20 кПа в начале доения, что более физиологично с точки зрения учета фаз извлечения молока из вымени [37].

В настоящее время помимо серийно выпускаемого доильного оборудования устройства для доения представлены разработками конструкций адаптивных аппаратов различных авторов, которые в определенной степени устраняют некоторые вышеуказанные недостатки [17, 28, 41, 124].

Труды многих исследователей в области машинного доения коров посвящены изучению соответствия изменяющейся величины вакуумметрического давления в камерах доильных стаканов физиологическим требованиям животного при комфортном доении.

Ужик В.Ф., предлагая конструкцию доильного аппарата с управляемым режимом доения утверждает, что снижение вакуума в доильных стаканах по истечении интенсивного припуска молока (до 0,2 кг/мин) оказывает положительное влияние на физиологическое состояние вымени и снижает риск заболеваний вымени [46].

Доильный аппарат Анисько П.Е., позволяет изменять величину вакуума в зависимости от интенсивности молоковыведения, способствуя тем самым защите вымени от негативных воздействий вакуума и снижению заболеваний ма-

ститом [22]. Похожие решения, повышающие функциональность процесса доения, предложены в работах нижеперечисленных авторов [45, 68, 74, 121, 124].

О.В. Ужик разработан адаптивный доильный аппарат, включающий регуляторы вакуумметрического давления для подсосковых и межстенных камер доильных стаканов, и четырехкамерный коллектор, за счет своевременного снижения уровня вакуума и повышения полноты выдаивания, позволяет снизить заболеваемость вымени маститом на 18...22 % и повысить разовый удой на 4,7 % [130].

Автоматическое регулирование уровня вакуума в подсосковой камере в такте сосания от 28 до 48 кПа пропорционально интенсивности молоковыведения за счет дифференциального клапана в молочном шланге реализовано в конструкции доильного аппарата Дриго В.Л., Михайленко Н.К. и др., причем конструкция аппарата предусматривает удержание доильных стаканов на сосках даже при вакууме под соском величиной 22 кПа [48].

Учеными Белгородского ГАУ Ужиком В.Ф. и Прокофьевым В.В. в конструкции доильного аппарата реализована несколько другая идея регулировки уровня вакуума впуском воздуха, для чего коллектор изготовлен с задающими камерами, соединенными с атмосферным давлением, которые устанавливают низкий уровень вакуумметрического давления в подсосковых и межстенных камерах доильных стаканов при интенсивности молоковыведения не более 0,05 кг/мин, восстанавливаемый до номинальной величины 50 кПа с увеличением отдачи молока [129].

Конструкции доильных аппаратов многих исследователей нацелены на предотвращение «сухого» доения коров по завершению процесса извлечения молока.

Ученые Рязанского ГАУ В.М. Ульянов, Ю.Н. Карпов и др. предложили эффективное конструктивно-технологическое решение доильного аппарата с устройством защиты вымени при «сухом» доении, обеспечивающий по завершению молоковыведения остановку функционирования пульсатора на такте сжатия, и не допускающий проникновение вакуумметрического давления в по-

лость сосков вымени. Для этого доильный аппарат должен иметь приставку с молочной камерой и термостатическим сильфоном, на котором установлен исполняющий механизм. Производственные испытания показали, что использование такой конструкции аппарата позволяет повысить эффективность труда дояра на 15,5% [97].

Для автоматического отключения доильного аппарата, предложенного Лукмановым Р.Р., Волковым И.Е., Зиганшиным Б.Г. и др. необходима подача атмосферного воздуха в камеры доильных стаканов, для чего устройство автоматического отключения содержит источник питания, излучающую и приемную оптопары, молокопровод прозрачный, цифровое устройство, счетное устройство, исполнительное устройство, электрический фильтр питания цифровых узлов, электромагнитный клапан, пульсатор [92].

Конструкция доильного аппарата, предложенного Викторовой Н.Н., позволяет отключить аппарат за счет подачи атмосферного воздуха в молокоприемную камеру коллектора и постоянного вакуума в межстенные камеры стаканов. Для этого аппарат включает устройство для автоматического отключения доильных аппаратов, содержащее пульсатор с управляющей и рабочей камерами, коллектор с клапаном, датчик автоматического контроля интенсивности потока молока с поплавковой камерой, связанной с рабочей камерой переменного вакуума пульсатора, и воздушную камеру с основным и вспомогательным клапанами [13].

Доильный аппарат Сиротюка В.Н. и Жаловаги Г.П. для своевременного снятия доильных стаканов с сосков вымени, содержит коллектор с закрепленным на нем устройством отключения, молоколовушку, соединенную шлангом с молокосорной камерой коллектора, молокосливную трубку с калиброванным отверстием, сообщенную с полостью доильного ведра. Для реализации вышеуказанной функции отключения коллектор имеет камеру управления клапаном для перепуска молока, сообщенную с рабочей камерой регулятора вакуума, причем упомянутая камера выполнена в виде сильфона с подпружинен-

ным штоком, на котором имеется скоба, взаимодействующая с хвостовиком упомянутого клапана [12].

Похожее техническое решение предложено в конструкции доильного аппарата, разработанного Зеленцовым А.И., Сыроваткой А.Г., Талинским Р.В. Для этого аппарат должен содержать устройство для автоматического отключения. При снижении молокоотдачи поплавков молоколовушки опускается, перемещая соединенный с ним шток переключателя и соединяя отверстие в штоке с вакуумпроводом, при этом вакуум распространяется к пневмоцилиндру манипулятора, который снимает подвесную часть аппарата с вымени [10].

В связи с тем, что стимуляция рефлекса молокоотдачи имеет важное значение для полного выдаивания коров при использовании машинных технологий ниже представлены технические-технологические решения конструкций доильных аппаратов в переносном исполнении, позволяющие реализовать функцию стимулирующего воздействия на соски вымени.

Доильный аппарат с гофрированными трубками пульсирующего вакуума, описываемый В.Ф. Королевым, позволяет за счет сжатия или удлинения гофрированной трубки создавать определенные раскачивания подвесной части, которые при совпадении с собственными колебаниями системы «вымя - доильный аппарат» вызывают резонанс, способствующий физиологическому эффекту стимулирования отдачи молока [61].

Отличием следующей конструкции доильного аппарата Ульянова В.М., Карпова Ю.Н., Набатчикова А.В. и Хрипина В.А. является дополнительный корпус управляющей камеры пульсатора, герметично установленный на поперечной перегородке с образованием рабочей камеры [98]. Использование такой конструкции доильного аппарата позволяет уменьшить затраты труда на выполнение ручных операций на вымени перед доением путем механической стимуляции рефлекса молокоотдачи.

Щукин С.И., Кирсанов В.В., Легеза В.Н. и др. предложили доильный аппарат, реализующий комплексное (механическое и электромагнитное) стимулирующее воздействие на рефлексогенную зону у основания соска путем уста-

новки в доильном стакане лазерной насадки с излучателем монохроматического света и в присоске индуктора с обмоткой с излучателем колебаний, подключенного к источнику импульсного тока [78].

Доильный аппарат Некрашевича В.Ф., Ульянова В.М., Топилина Д.Н. и Утолина В.В., отличающийся конструкцией коллектора с возможностью впуска в такте сжатия воздуха в молочную камеру, и позволяющий создавать небольшое сжатие сосковой резины и воздействие шадящего вакуума на кончик соска, обеспечивает стимуляцию молокоотдачи в начальный и заключительный период доения для более полного выдаивания животного. Для этого коллектор включает поплавок, установленный на штоке, который совмещает при верхнем своем положении полость штока с молокоприемной камерой коллектора, и с распределительной камерой, сообщаемой с пульсатором [80].

В другой конструкции доильного аппарата этих же авторов, отличающейся установкой сплюсненной в свободном состоянии сосковой резины, внутри которой образуется изолированная камера, и устройства переменного вакуумметрического давления, размещенного на стенке гильзы каждого из стаканов, происходит интенсивная смена тактов с уменьшением переходного режима между ними и впуск воздуха из полости стакана в молочный патрубок, обеспечивающие высокую пропускную способность аппарата с пониженным уровнем вакуума [81].

Массирующее воздействие на сосок в такте сосания и стимуляцию молокоотдачи, обеспечивает доильный аппарат Огородникова П.И., Курочкина А.А. и др., оборудованный доильными стаканами, с установленными в них у основания соска массажными элементами, и переключателем массажного элемента, мембрана которого реагирует на изменение потока молока, переключая клапанный механизм, в результате чего в такте сосания массажный элемент массирует сосок через сосковую резину [11].

Доильный аппарат М.К. Базарова и П.И. Огородникова, обеспечивающий определенную разницу уровня вакуума в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов, позволяет сосковой резине нежно массировать соски вы-

мени за счет своего полусжатого состояния, и значительно уменьшить наползание стакана на сосок [14].

Доильный аппарат А.Н. Проничева за счет того, что в такте сжатия сосковая резина, имеющая различную толщину по своей длине, деформируется от основания к кончику соска в виде «бегущей» волны, а также подачи высокочастотных стимулирующих импульсов в межстенные камеры доильных стаканов, позволяет осуществлять мягкий массаж сосков вымени, поддерживая рефлекс молокоотдачи [120].

Отличительной особенностью доильного аппарата Продивлянова А.В. и Кузнецова Д.Ю., содержащего пульсоколлектор, состоящий из пульсатора и коллектора, является наличие вибратора, совершающего возвратно-поступательное перемещение в вертикальной плоскости под воздействием пульсирующего вакуумметрического давления, тем самым осуществляя стимулирующее воздействие на молочную железу [90].

В связи с тем, что представленные выше аппараты не всегда обеспечивают полностью исполнения акта молокоотдачи далее рассмотрим доильные аппараты в переносном исполнении с изменяемыми параметрами, позволяющие управлять режимом доения.

Э. А. Келпис в свое время предложил многофункциональный доильный аппарат, в первоначальный период доения работающий в трехтактном режиме, а затем переходящий на двухтактный режим доения [56].

Также, трехфазный доильный аппарат Винникова И.К., Беновой Е.В и др., который включает струйный датчик скорости молочного потока с ферромагнитными рассекателем воздушной среды, сильфонный управляющий блок с переключателем и управляемый пульсатор, при интенсивности выведения молока менее 0,6...0,7 кг/мин в первоначальный и заключительный период доения работает в трехтактном режиме, переходя на двухтактный режим при превышении указанного значения интенсивности. До интенсивного припуска молока аппарат будет работать в трехтактном режиме, а при повышении вышеуказанной интенсивности поток молока разделяет магнит и ферромагнитный рассека-

тель воздушной струи, заслоняющий ловушку, через которую в это же время под действием вакуумметрического давления отсасывается воздух из сильфона, сжимающегося под действием нарастающего вакуума и втягивающего соединенные с ним плунжер и шток, поворачивая шток против часовой стрелки [91].

С.В. Дорофеев предложил изменять уровень вакуума под соском в зависимости от потока молока, поступающего от каждого соска. Для этого с целью повышения технологичности конструкции и надежности работы он усовершенствовал конструкцию коллектора доильного аппарата, который включает камеру переменного вакуума, прозрачный корпус и четыре камеры, объединенные общей молокоприемной камерой, представляющие собой молоколовушки чашевидной формы с сливными отверстиями в их нижней части, которые перекрываются поплавковыми клапанами при нижнем их положении, а в верхней части упомянутых молоколовушек имеются калиброванные отверстия для поступления атмосферного давления в полости камер [103].

Технико-технологическое решение конструкции коллектора доильного аппарата, предложенное Дорофеевым С.В. и направленное на улучшение режима доения и снижение опасности заболевания животных маститом, позволяет за счет поршня, в такте сжатия частично перекрывающего сливные отверстия из молоколовушек в молокоприемную камеру при своем движении вниз, путем снижения уровня вакуума под соском обеспечить более щадящий режим доения [104].

Технико-технологическое решение конструкции коллектора доильного аппарата, предложенное Дорофеевым С.В. и направленное на упрощение конструкции, повышение производительности и надежности его работы, позволяет за счет перемещений поплавкового клапана в вертикальной плоскости под воздействием перепада давления на буртике полого штока и, варьирования проходного сечения сливного отверстия изменять уровень вакуума в подсосковой камере доильного стакана, чередуя такт сосания, при рабочем уровне вакуумметрического давления, и такт отдыха, при пониженном его значении. Для это-

го поплавковый клапан, расположенный в камере коллектора, снабжен полым штоком, при этом верхний конец каждого полого штока расположен в крышке [105].

Конструкция доильного аппарата Винникова И.К., Пахомова Ю.В. и др., включающая доильные стаканы, пульсатор и коллектор, соединенные между собой каналом переменного вакуума, устройство управления вакуумом с переключателем команд, логические элементы «ИЛИ» за счет возможности блокировки работы пульсатора в такте сжатия с целью предупреждения случайного спадания доильных стаканов с сосков, а также отключения коллектора, при снижении интенсивности выведения молока ниже 0,18...0,2 кг/мин позволяет аппарату в первоначальный и заключительный период доения работать в трехтактном режиме, переходя на непрерывный отсос при превышении указанного значения интенсивности [94].

Изменение режима доения коровы с автоматическим отключением доильного аппарата заложено в конструкцию устройства, предложенного Борозниным В.А., Борозниным А.В. и др. Для этого предлагаемое устройство, включающее приемник молока, двухполостной вакуумный редуктор и сильфон, за счет одновременного изменения уровня вакуума в обеих камерах доильных стаканов в зависимости от расхода молока обеспечить наиболее физиологически оправданный режим воздействия на молочную железу в период доения [96].

Аналогичный трехфазный режим доения обеспечивает доильный аппарат Ледина Н.П., Литвинова А.Н. и др. за счет выполнения чувствительного элемента датчика потока молока в виде мембраны, реагирующей то на давления столба молока, то на вакуумметрическое давление в зависимости от его расхода, и отклоняющейся при этом в противоположных направлениях, и изменения положения связанного с ней клапана, открывающего или закрывающего отверстие подачи атмосферного давления в систему регулирования вакуумметрического давления, поступающего к пульсатору и коллектору, и далее в межстенные и подсосковые камеры доильных стаканов [83].

Более точное регулирование уровня вакуума под соском в начальный и заключительный период доения в зависимости от интенсивности молоковыведения обеспечивает конструкция доильного аппарата Огородникова П.И., Крючковой И.В. и др., включающая пульсатор, коллектор и пневморегулятор уровня вакуума, снабженный сменной вставкой шаровидной или цилиндрической формы, за счет клапана, разделяющего сообщение камер вышеупомянутого пневморегулятора и изменяющего проходное сечение отверстия для движения молоковоздушной смеси из верхней камеры в нижнюю камеру в зависимости от изменения веса молоколовушки, и осуществляющего изменение уровня вакуума под соском [85].

Доильный аппарат Продивлянова А.В., Логачёвой О.В. и др., осуществляющий сбор молока в ведро, включает молокоприемное устройство с поплавковым пневматическим регулятором уровня вакуумметрического давления. Регулирование уровня вакуума под соском осуществляется за счет клапана, открытие которого под воздействием всплывающего в интенсивном потоке молока поплавка, позволяет повысить вакуумметрическое давление до 54 кПа, а закрытие – снизить его величину до 28 кПа [77].

Конструкция доильного аппарата Полянина В.К., Продивлянова А.В. и др. в отличие от предыдущей, включающая пульсатор, пневморегулятор уровня вакуума и молокоприемное устройство, обеспечивает за счет изменения проходного сечения отверстия, сообщающего полость пневморегулятора с атмосферой, путем изменяющегося положения поплавка в молоколовушке под воздействием выводимого потока молока, синхронное регулирование вакуумметрического давления в подсосковых камерах доильных стаканов [89].

В отличие от вышеуказанных, конструкция доильного аппарата Карташова Л.П., Макаровской З.В. и др., включающая регулятор уровня вакуума, содержащий перегородку, клапан и молоколовушку со сливным отверстием, обеспечивает варьирование уровня вакуумметрического давления под соском за счет мембран, разделяющих камеру переменного вакуума, управляющую камеру пульсатора и полость молоколовушки, и связанных между собой

стержнем с клапанами, один из которых управляет проходным сечением отверстия в верхней перегородке для подачи переменного давления в межстенные камеры доильных стаканов, а второй – проходным сечением сливного отверстия в конусной чаше для подачи вакуумметрического давления в подсосковые камеры упомянутых стаканов [86].

Переключение режимов доения с номинального с высоким уровнем вакуума на щадящий с низким уровнем вакуума и работу в трехфазном режиме, обеспечивает конструкция многофункционального доильного аппарата Трофимова А.Ф., Барановского М.В. и др., включающая пульсатор, коллектор и регулятор вакуума, выполненный в виде молоколовушки с двумя калиброванными отверстиями, удерживаемая в первоначальный и заключительный момент доения в верхнем положении массой груза на противоположном плече, позволяющая улучшить процесс доения путем уменьшения вредного воздействия вакуума на ткани вымени животного за счет изменения положения молоколовушки под действием массы молока в ней [79].

Возвращаясь к совершенствованию конструкций коллектора, представляет интерес технико-технологическое решение, предложенное Склярным А.И. Четырехкамерная конструкция коллектора позволяет осуществлять регулирование уровня вакуума в молокоприемной камере путем изменения проходного сечения отверстий в ней, необходимых для подачи атмосферного и вакуумметрического давления, за счет двухстороннего клапана, установленный на штоке рабочего колеса с лопастями, перемещающегося в вертикальной плоскости под напором потока молока [102].

Двухкамерная конструкция коллектора, предложенного Дорофеевым С.В., реализует изменение режима доения за счет выполнения молокоборной камеры с поплавком и полым штоком с буртиком в верхней части, которые при интенсивном потоке молока всплывают и отвод молока осуществляется при номинальном уровне вакуума, а при низком – опускаются, несколько перекрывая отверстие силового патрубка, вместе с поступающим атмосферным

воздухом, и выведение молока осуществляется при щадящем уровне вакуума [106].

За счет перемещения молоколовушки в зависимости от массы поступающего молока, установленной на подпружиненном цилиндре стакана с втулкой, сопряженной с внутренней поверхностью стакана и сообщаемой при повороте с атмосферным воздухом через ряды отверстий боковых стенках, и изменения числа открытых отверстий для поступления воздуха в полость корпуса осуществляют изменение вакуумметрического давления под соском в конструкции регулятора вакуума [88].

Аппарат Ужика В.Ф., Прокофьева В.В. и др. позволяет за счет вращения под напором потока молока и вертикальном перемещении на подшипнике скольжения рабочего колеса с лопастями, используемого в данной конструкции в качестве датчика, с помощью двухстороннего игольчатого клапана коммутировать вакуумметрическое давление и атмосферный воздух в задающей камере пневморегулятора и переключать режим доения с щадящего на номинальный [84].

В другой конструкции почетвертного доильного аппарата за счет использования поплавковых датчиков потока молока, мембранных пневморегуляторов, двухполупериодного пульсатора и стимуляторов в доильных стаканах осуществляется переключение режимов доения и стимулирующее механическое воздействие на соски вымени в такте сосания [93].

В доильном аппарате Винникова И.К. за счет новой конструкции коллектора, позволяющей осуществлять связь его камер с камерами пульсатора, а также молоколовушки с поплавком осуществляется переключение режимов доения с щадящего стимулирующего на номинальный, и в конце доения по факту снижения молокоотдачи – с двухтактного на трехтактный режим доения с выполнением машинного дооя [87].

В.Ф. Некрашевич, В.М. Ульянов и др. предложили конструкцию стимулирующего доильного аппарата, частично устраняющую вышеуказанные недостатки аппарата АДУ-1-04, и позволяющую за счет блокировки стимулирую-

щего пульсатора в период интенсивного припуска молока быстрее извлекать основное количество молока, а за счет совместной работы основного и стимулирующего пульсаторов в начале и конце доения – массировать соски вымени колебаниями сосковой резины амплитудой 1-2 мм и частотой 10Гц. Исследованиями В.М. Ульянова подтверждено, что использование такой конструкции аппарата позволяет повысить интенсивность молоковыведения на 13,63%, а общую продолжительность доения сократить на 10,98 % [47, 82, 133, 135, 137].

Похожие технические решения с новой конструкцией управляющего механизма и вибропульсатора, и повышением функциональности доения можно найти в работах Злобина В.В, Андрианова Е.А., Андрианова А.А., Андрианова А.М. [18, 20, 21, 95], а также в конструкции стимулирующего доильного аппарата с управляемым подсосковым вакуумным режимом, предложенного Петуховым Н.А., Петуховым В.Н. и Диденко А.А., включающей комбинированный пульсатор, коллектор с клапанной системой, микропроцессорный блок управления [115, 107, 108, 114].

В заключении хотелось бы отметить, что повышение функциональности доильных аппаратов, имеющих возможность работы на различных режимах доения с регулированием двух и более параметров, как утверждает В.В. Кирсанов – это в дальнейшем одно из перспективных направлений обеспечения эффективной модернизации технико-технологического сопровождения отрасли молочного скотоводства [58, 59, 60].

Из результатов вышеприведенных исследований следует, что доильный аппарат с доением в доильное ведро должен обеспечивать: [2, 29, 30, 33]

- изменение вакуумметрического давления в зависимости от интенсивности потока молока;

- массирующее воздействие на соски вымени в начальный и заключительный период доения.

1.3 Анализ теоретических исследований моделирования процесса молоковыведения и обоснования параметров доильных аппаратов

В свое время такие ученые, как Аверкаев А. А., Админ Е.Н., Андрианов Е.А., Бунин И.А., Вальдман Э.А., Васин Б.И., Городецкая Т.К., Каранаев Ю.С., Карташов А.П., Келпис Э.А., Кокорина Э.П., Королев В.Ф., Краснов И.Н., Кузьмин А.Е., Курочкин А.А., Мельников С.В., Огородников П.И., Петухов Н.А., Проничев Н.П., Соловьев С.А., Скоркина С.А., Ужик В.Ф., Ужик О.В., Ульянов В.М., Утолин В.В., Хрипин В.А., Цой Ю.А., Чехунов О.В., Шахов В.А., Щукин С.И. и другие занимались исследованиями процесса молоковыведения. Однако вопрос совершенствования конструкций доильных аппаратов с точки зрения соответствия их физиологическим параметрам животного остается открытым.

Модель лактации была получена одним из первых Гейнсом, которая выглядит следующим образом [139]

$$y_i = k_1 \cdot e^{-k_2 i}, \quad (1.1)$$

где y_i – суточный надой, усредненный в течение i -го месяца; k_1 – начальный надой, когда $i = 0$; k_2 – темп прироста надоя в месяц.

Позже эта модель была приведена к виду

$$y_i = k_1 \cdot i \cdot e^{-k_2 i}, \quad (1.2)$$

Вуд в дальнейшем усовершенствовал модель лактации и представил ее в виде гамма-функции [9]

$$y_i = k_1 \cdot i^{k_2} \cdot e^{-k_3 i}, \quad (1.3)$$

где y_i - среднесуточный надой молока, кг/сут в i -ю неделю лактации;

k_1 - масштабный коэффициент;

k_2 и k_3 определяют форму кривой лактации ($k_1, k_2, k_3 > 0$).

В качестве функции, аппроксимирующей кривую молокоотдачи, в свое время была предложена сумма экспонент (рис. 1.5) [52]

$$f(t) = A_1 e^{-p_1 t} + A_2 e^{-p_2 t} \quad (1.4)$$

где A_1, A_2, p_1, p_2 – коэффициенты;

t – время доения.

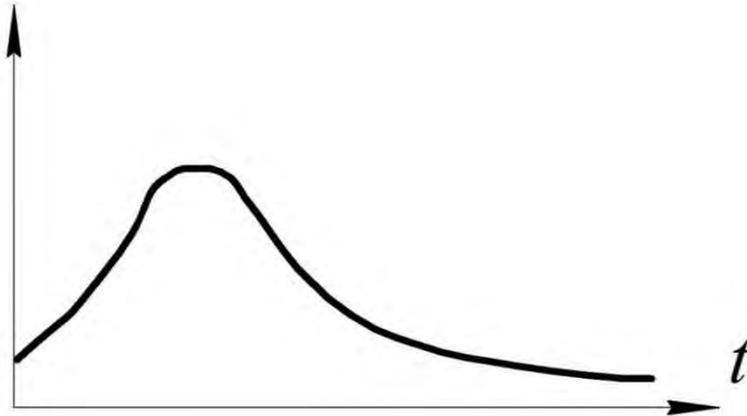


Рисунок 1.5 – Кривая молокоотдачи

Также для анализа кривой молокоотдачи, установления ее коэффициентов и характеристик переходных процессов была предложена электрическая модель (рис. 1.6) [52]

$$f(t) = \frac{U}{L(x_1 - x_2)} (e^{x_1 t} - e^{x_2 t}) \quad (1.5)$$

где t – время доения;

x_1, x_2 – коэффициенты, определяемые по формуле

$$x_{1,2} = -\frac{r}{2L} \pm \sqrt{\frac{r^2}{4L^2} - \frac{1}{LC}} \quad (1.6)$$

где r – активное сопротивление, Ом;

L – индуктивное сопротивление, Ом;

C – емкость конденсатора, мкФ.

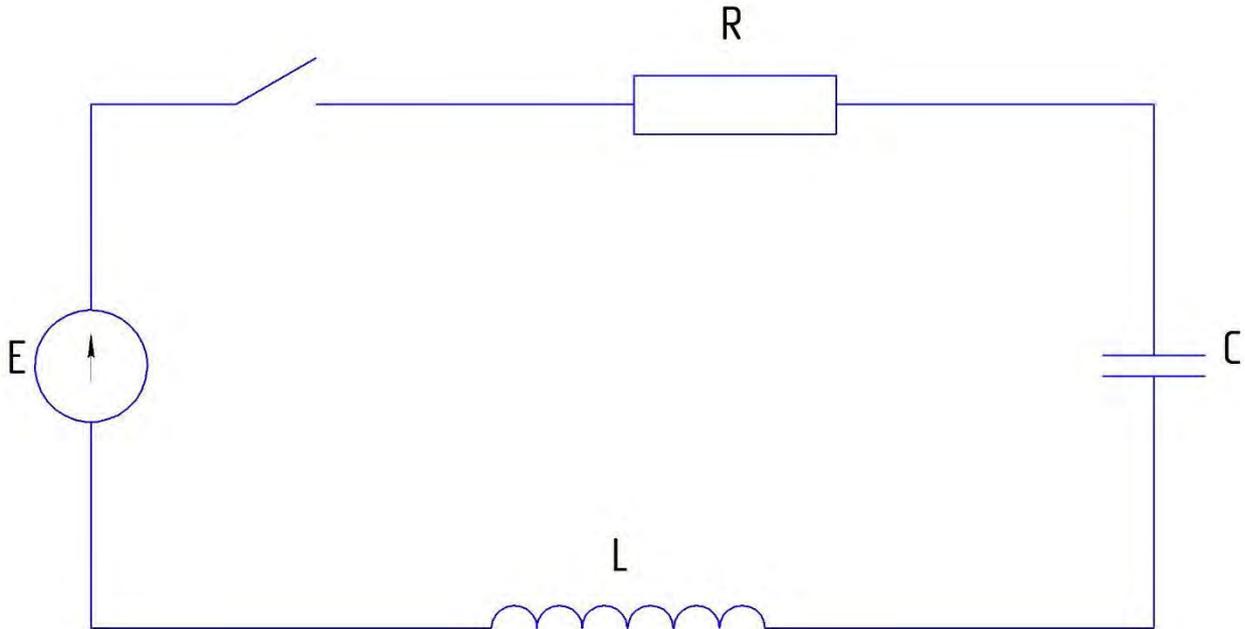


Рисунок 1.6 – Электрическая схема прибора для анализа кривой молокоотдачи

Ульянов В.М. для обоснования параметров двухрежимного доильного аппарата получил зависимость времени включения (отключения) стимулирующего пульсатора от параметров устройства управления режимом доения [133]

$$t = \frac{\mu\omega_1\sqrt{2gh}}{2n_1} - \frac{C \cdot S_m}{n_1} + \frac{S_m}{n_1} \sqrt{\left(C - \frac{\mu\omega_1\sqrt{2gh}}{2S_m}\right)^2 + \frac{2n_1h}{S_m}} \quad (1.7)$$

где S_m – площадь поперечного сечения входного молочного патрубка крышки ведра, m^2 ;

μ – коэффициент расхода, $\mu \approx 0,6...0,7$;

n_1 – коэффициент пропорциональности, m^3/c^2 ;

h – уровень молока в ковше, м;

w_1 – площадь отверстия в ковше, m^2 .

C – постоянная интегрирования.

На основе проведенного анализа по разделу 1 были сформулированы цель и задачи исследований.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТИМУЛИРУЮЩЕГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

2.1 Обоснование конструктивно-технологической схемы многофункционального стимулирующего доильного аппарата

Требования, устанавливающие порядок воздействия на молочную железу, легли в основу разработки конструктивно-технологической схемы многофункционального стимулирующего доильного аппарата [43, 126, 128, 136 и др.]. В результате анализа выявлен общий алгоритм работы доильного аппарата с доением в ведро (рис. 2.1).

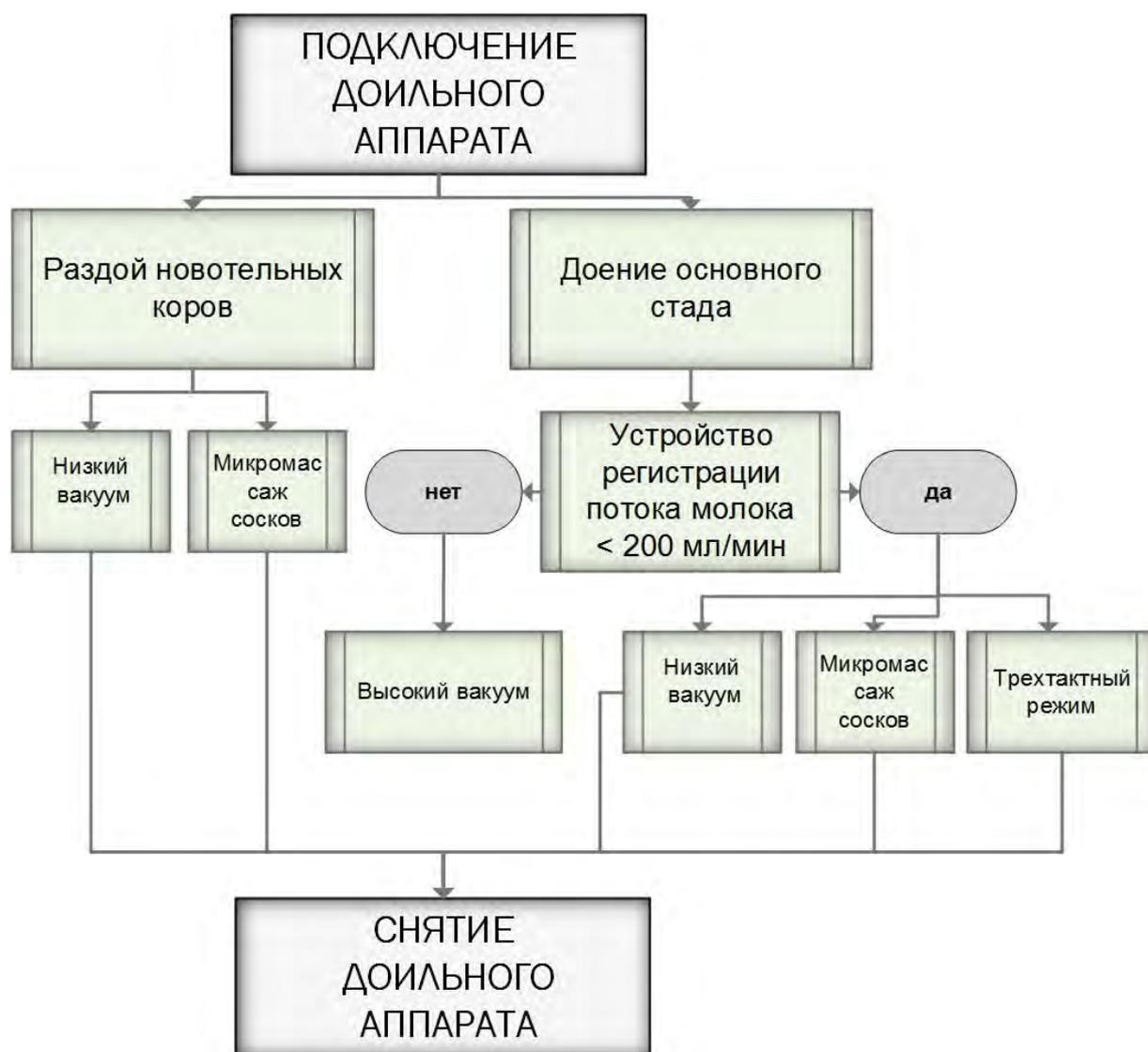


Рисунок 2.1 - Алгоритм работы доильного аппарата с доением в ведро

Согласно представленному алгоритму раздой новотельных коров осуществляется с постоянной стимуляцией молокоотдачи, либо с пониженным уровнем вакуума. При доении основного стада коров вначале после установки подвесной части аппарата молоко проходит через устройство регистрации потока молока, при этом при интенсивности выведения молока менее 200 г/мин. обеспечивается щадящий режим работы путем подачи низкого вакуума (33-38 кПа) или переключения на трехтактный режим работы, либо осуществляется включение режима стимуляции молокоотдачи путем микромассажа сосков. При увеличении интенсивности выведения молока свыше 200 г/мин. доильный аппарат переходит в основной двухтактный режим доения, обеспечивающий максимальную пропускную способность за счет большей величины вакуума. При снижении молокоотдачи ниже 200 мл/мин., аппарат переходит в первоначальный режим доения до полного выведения молока.

На основании представленного алгоритма разработана конструктивно-технологическая схема многофункционального стимулирующего доильного аппарата (МСДА) для выполнения различных технологических операций доения коров (патенты РФ №2613499 и 172455), позволяющая в начале и в конце доения для возбуждения полноценного рефлекса молокоотдачи осуществлять массаж вымени путем микроколебаний стенок сосковой резины и одновременно адекватно физиологии животного воздействовать на соски вымени низким вакуумом 33-38 кПа (Рисунок 2.2) [31, 32].

Для реализации функции, имитирующей массаж, предложено использование в доильном аппарате модернизированного вибропульсатора с отключаемым высокочастотным блоком (патент РФ № 2442319), имеющего дополнительный управляющий патрубок и обеспечивающего в начале и конце доения во время такта сосания подачу импульсов переменного давления (вакуум-атмосфера) в межстенные камеры доильных стаканов вымени. Механизм управления отключения (включения) высокочастотного блока виброульсатора, обеспечивающий переключение режимов работы установлен в верхней части доильного ведра.

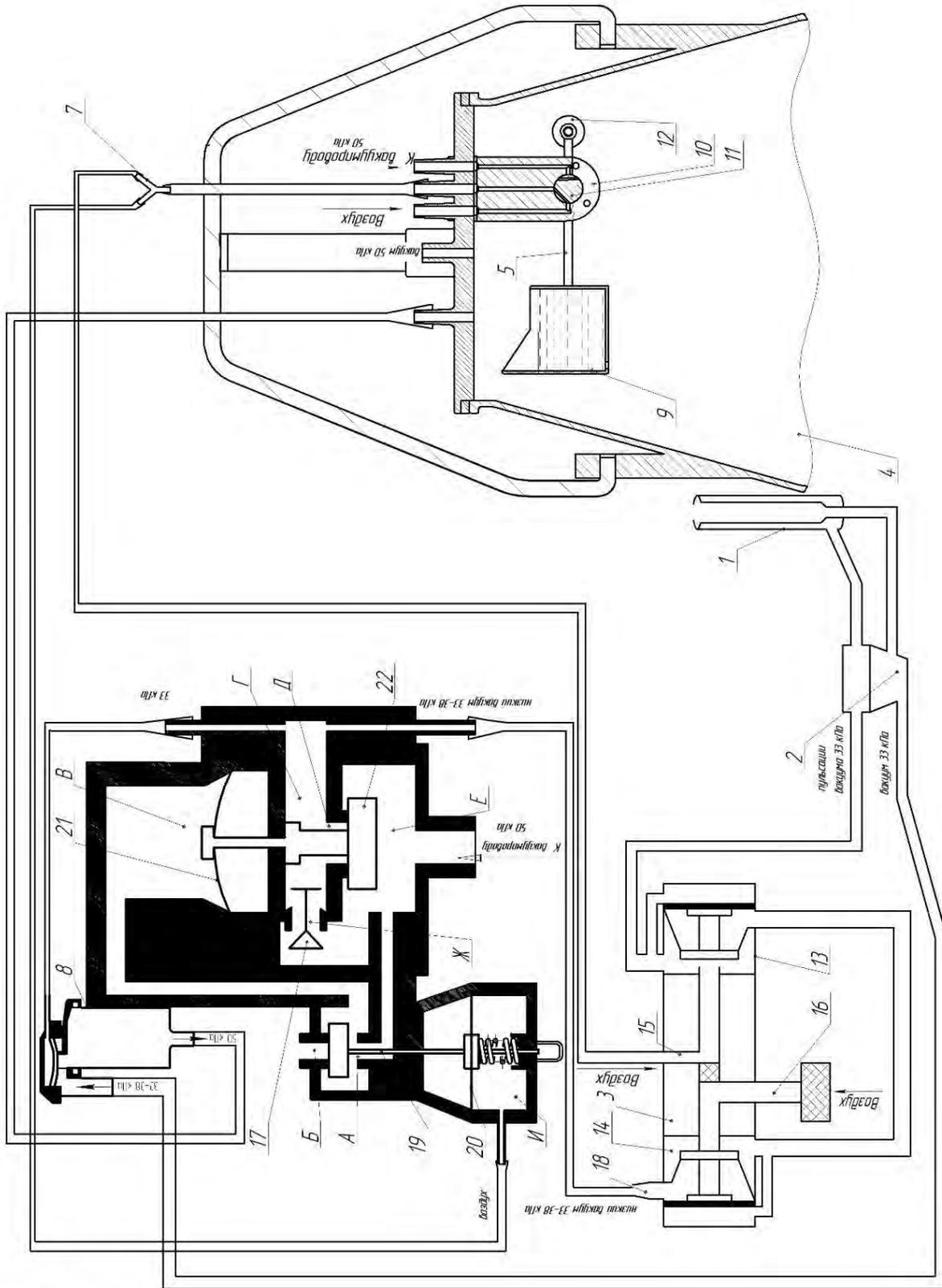


Рисунок 2.2 - Конструктивно-технологическая схема многофункционального доильного аппарата

Доильный аппарат работает следующим образом.

В начале доения за счет массы грузового элемента 12 молоколовушка 10 занимает верхнее положение. При этом атмосферное давление через канал распределительного вала 11, распределитель 7 распространяется в камеру И переменного давления блока управления уровнем вакуума 6. Путем дросселирования отверстия Ж, соединяющего полости Е и Г, клапаном 17 в полости Г устанавливается постоянный вакуум 33-38 кПа. Аналогичный уровень вакуума устанавливается в пульсаторе 3, коллекторе 2 и молокосорнике 24. В то же время атмосферное давление через канал распределительного вала, распределитель 7 распространяется в камеру переменного давления 15 высокочастотного блока 13 пульсатора 1. Также атмосферное давление поступает в камеру переменного давления 16 пульсирующего блока 14. Это обеспечит совместную последовательную работу блока 14 и блока 13 пульсатора 3.

Следовательно, доильный аппарат будет выводить молоко при низком уровне вакуума 33-38 кПа с микроколебаниями сосковых трубок, что позволит адекватно воздействовать на молочную железу в то время, пока молокоотдача не достигнет максимального значения.

С ростом интенсивности молоковыведения молоко из доильных стаканов 1 через коллектор 2 полностью заполняет в молоколовушку 10. Вакуумметрическое давление через канал распределительного вала, распределитель 7 соответственно распространяется в камеру И переменного давления блока управления уровнем вакуума 6. За счет воздействия силы вакуума на мембрану 20 клапан 19, преодолевая сопротивление пружины устанавливается в крайнем нижнем положении и закрывает отверстие Б, соединяющее атмосферное давление с внутренними полостями блока управления режимом вакуума 6. При этом вакуумметрическое давление в полости Г выравнивается с давлением в полости Е и принимает значение 50 кПа. Такой же уровень вакуума устанавливается через большой патрубок 18 блока 14 в пульсаторе 3, молокосорнике 24 и коллекторе 2. В то же время вакуумметрическое давление через канал распределительного вала, распределитель 7, распространяется в камеру переменного давления блока

13 пульсатора 3. Блок 13 приостановит свою работу, что позволит доильному аппарату работать в обычном двухтактном режиме доения при вакууме 50 кПа с максимальной пропускной способностью.

В конце доения по мере снижения интенсивности молоковыведения за счет массы грузового элемента 12 молоколовушка 10 занимает верхнее положение, что позволит выводить молоко при низком уровне вакуума 33-38 кПа с микроколебаниями сосковых трубок, предотвращая наполнение доильных стаканов за счет полусжатого состояния сосковых трубок, а также приведет к более полному выдаиванию за счет поддержания рефлекса молокоотдачи.

Кроме того, конструкция многофункционального стимулирующего доильного аппарата (МСДА), позволяет реализовывать и другие режимы работы при фиксации молоколовушки в верхнем и нижнем положении, обеспечивая низковакуумный щадящий режим доения с одновременным стимулирующим эффектом и обычный двухтактный режим.

2.2 Моделирование процесса молоковыведения

В настоящее время представляет большой практический интерес исследование процесса молоковыведения от влияния категории факторов, изменение которых вызывает определенную реакцию животных в зависимости от их индивидуальных особенностей. [52]

В частности, моделирование кривой молокоотдачи является крайне необходимым для разработки и проектирования механизма управления режимом доения, когда необходимо знать момент t (с) времени на который достигается определенная величина интенсивности молоковыведения Q (кг/мин) для включения (отключения) стимулирующих режимов (пониженного уровня вакуума, микромассажа и др.).

Исходя из того, что в начальный период доения скорость извлечения молока современными доильными аппаратами мала, а с увеличением возбуждения двигательного центра молочной железы коровы постепенно возрастает, иссле-

дователи рассматривают процесс выведения молока в виде отдельных стадий: фаза А – нарастание молокоотдачи; фаза Б – интенсивность молоковыведения сохраняется на максимальном уровне; фаза С – снижение молокоотдачи (рис. 2.3) [136].

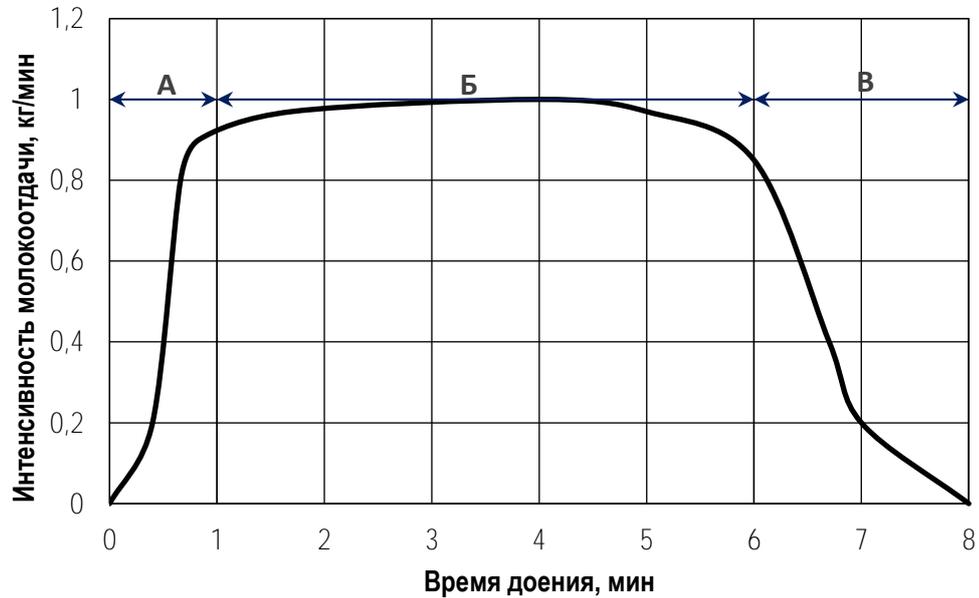


Рисунок 2.3 - Отдельные стадии процесса выведения молока из вымени

Если задаться известной величиной времени доения (например, $T=480$ с), то в начальный период доения $[0:T/2]$ интенсивность молоковыведения достаточно хорошо описывается функцией [6, 23]

$$Q_1(t) = \frac{\arctg(A(t-B)) + \arctg(AB)}{\frac{\pi}{2} + \arctg(AB)}, t \leq 240 \quad (2.1)$$

где A, B – постоянные коэффициенты; t – продолжительность доения, с.

Функция (2.1) является нормированной, так как ее множество значений принадлежит отрезку $[0:1]$. Параметр B , входящий в выражение (2.1), определяет интенсивность нарастания молоковыведения, зависящий от индивидуаль-

ных качеств животного. Параметр A , входящий в (2.1), так же определяет характер кривой скорости нарастания молоковыведения.

На рис. (2.4) и (2.5) показаны зависимости удельной интенсивности молоковыведения в начальный период доения при различных значениях A и B .

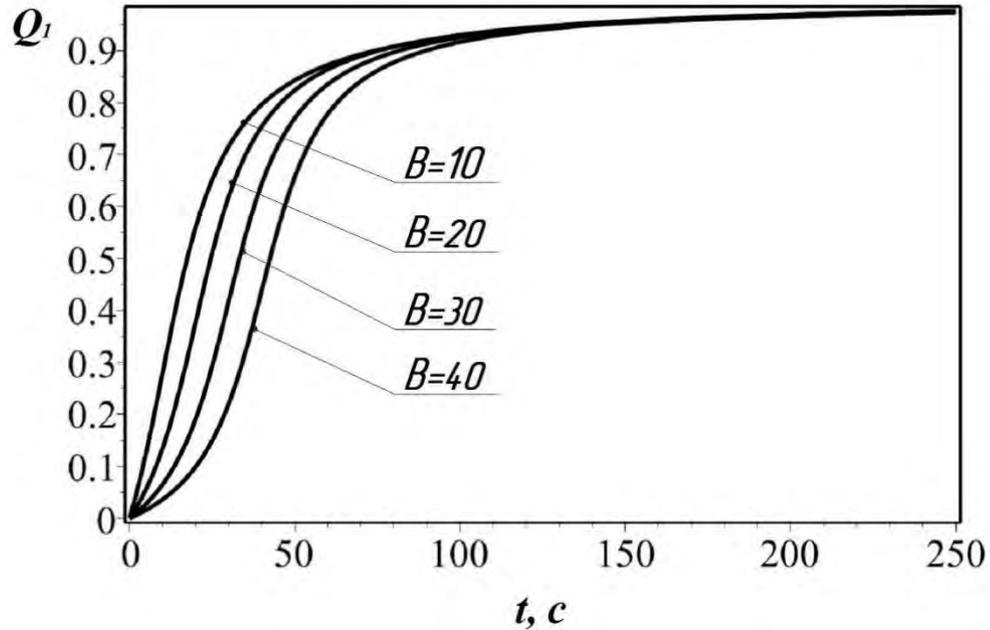


Рисунок 2.4 - Удельная интенсивность молоковыведения при различных значениях B

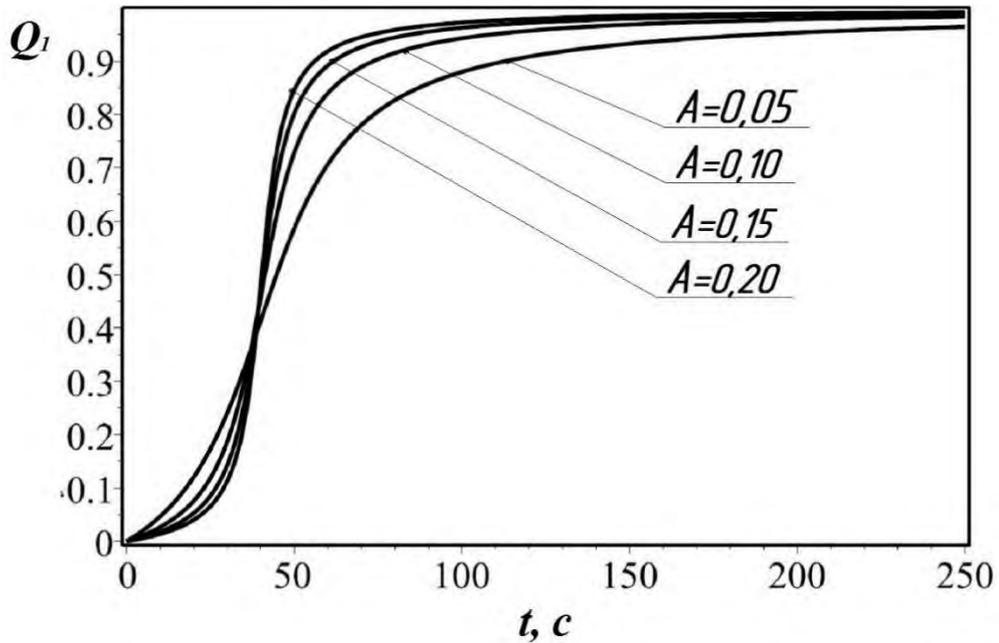


Рисунок 2.5 - Удельная интенсивность молоковыведения при различных значениях A

Как видно из рис. 2.4 и 2.5 числовые значения коэффициентов A и B в указанном диапазоне различным образом изменяют характер кривой молокоотдачи, что позволяет адекватно моделировать процесс выведения молока из вымени с учетом индивидуальных качеств животного.

На участке конечного периода доения [$T/2:T$], когда происходит спад интенсивности молоковыведения, скорость может быть описана нормированной функцией

$$Q_2(t) = \frac{1,045(\operatorname{arctg}(0,25A(480-t-4B)) + \operatorname{arctg}(AB))}{\frac{\pi}{2} + \operatorname{arctg}(AB)}, 240 < t \leq 480. \quad (2.2)$$

График зависимости удельной интенсивности молоковыведения на участке заключительного периода доения при $A=0,175$, $B=20$ имеет вид (Рис. 2.6):

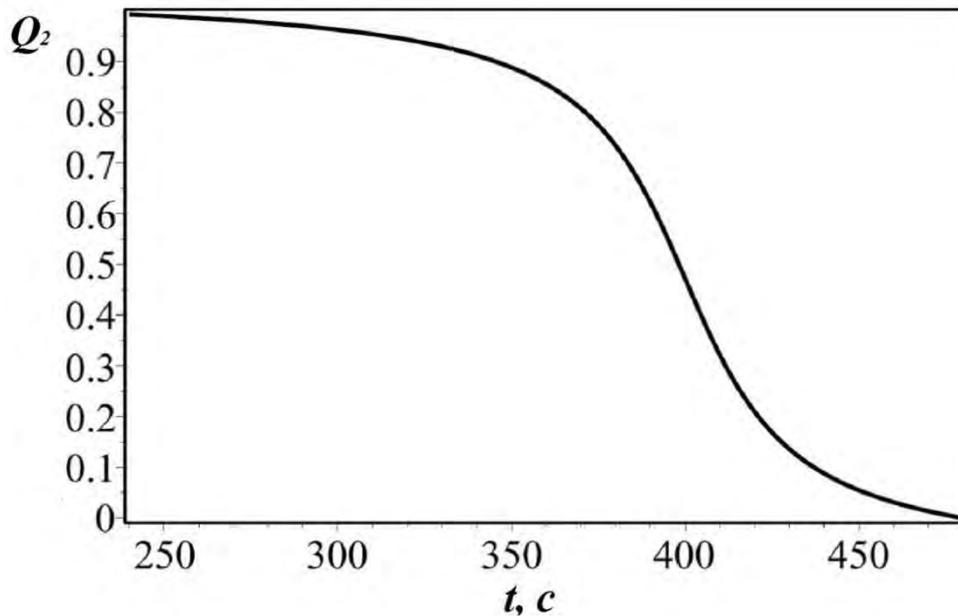


Рисунок 2.6 - Удельная интенсивность молоковыведения в заключительный период доения

Склейка удельных функций молоковыведения в начальный и конечный периоды доения представляется функциональной зависимостью:

$$Q_3(t) = \begin{cases} \frac{\arctg(A(t-B)) + \arctg(AB)}{\frac{\pi}{2} + \arctg(AB)}, & t \leq 240 \\ \frac{1,045(\arctg(0,25A(480-t-4B)) + \arctg(AB))}{\frac{\pi}{2} + \arctg(AB)}, & 240 < t \leq 480 \end{cases}, \quad (2.3)$$

график которой представлен на рис. 2.7:

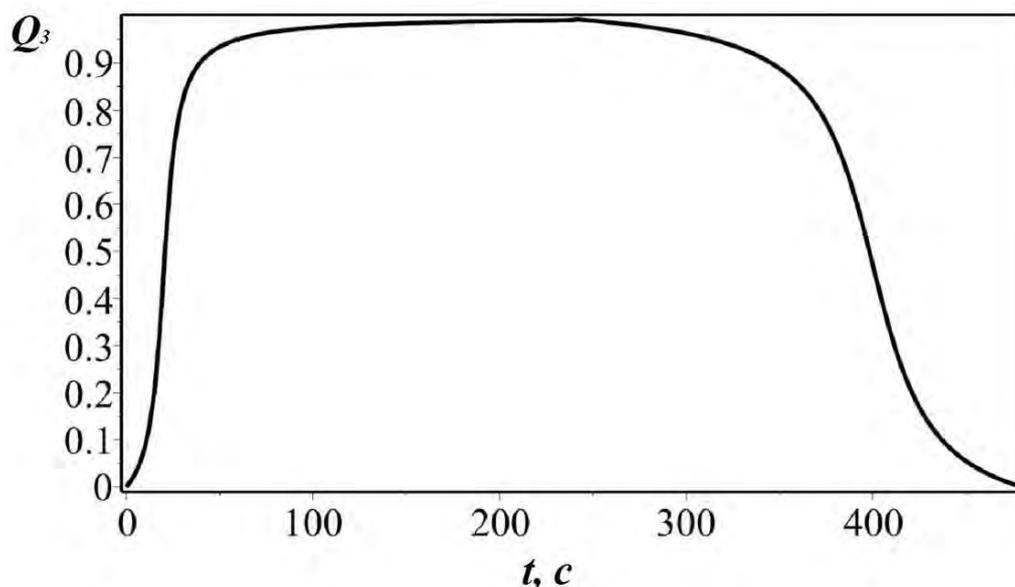


Рисунок 2.7 - Удельная интенсивность молоковыведения

Если задать максимальную скорость молоковыведения некоторой величиной m_{max} , кг/мин, то выражение (2.3) примет вид

$$Q(t) = m_{max} \cdot Q_3(t) \quad (2.4)$$

и даст зависимость интенсивности молоковыведения от времени.

Например, при $m_{max}=1,2$ кг/мин функция Q примет вид $Q = 1,2 \cdot Q_3(t)$, график которой представлен на рис. 2.8.

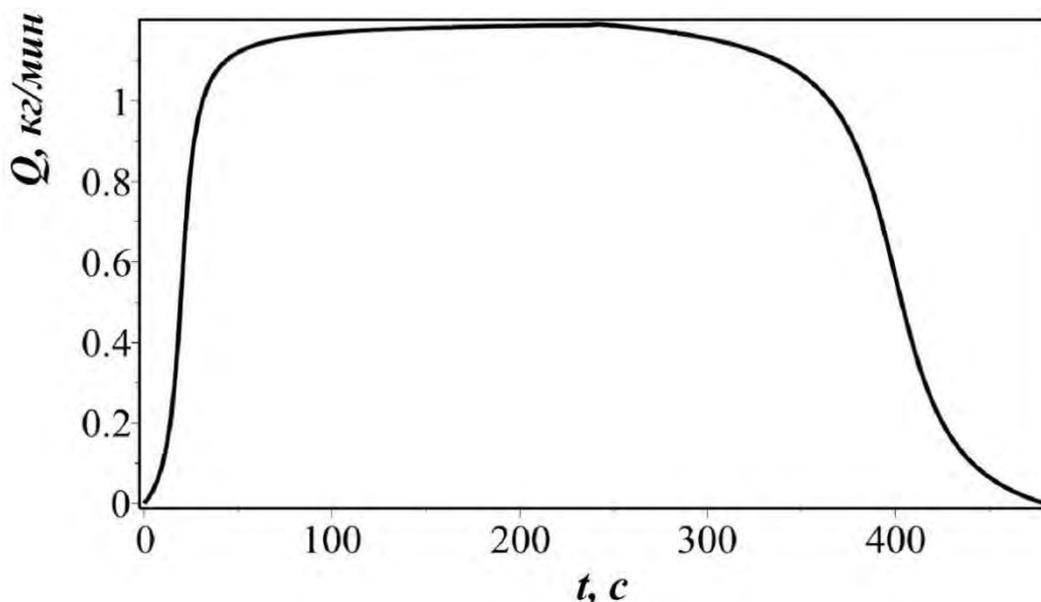


Рисунок 2.8 - Зависимость интенсивности молоковыведения от времени доения

Интегрирование выражения (2.4)

$$\int_0^T \frac{Q(t)}{60} dt \quad (2.5)$$

представляет собой величину надоя молока (кг) за период доения.

Средняя интенсивность молоковыведения (кг/мин) определяется зависимостью

$$\frac{1}{T} \int_0^T Q(t) / 60 \cdot dt \quad (2.6)$$

В таблице 2.1. представлены результаты численной реализации выражений (2.4), (2.5) и (2.6) с помощью компьютерной программы Maple при $A=0$, 175 ; $B=30$; $T=480$ с; $m_{max}=1,3$ кг/мин (Прил. Н).

Таблица 2.1 – Результаты численной реализации функциональных зависимостей (2.4), (2.5) и (2.6)

Наименование показателя	Численное значение
Продолжительность доения, мин	6
Время доения в течение которого интенсивность молоковыведения нарастает до $Q=300$ г/мин, с	24
Максимальная интенсивность молоковыведения, кг/мин	1,3
Средняя интенсивность молоковыведения за период доения, кг/мин	0,9
Величина надоя молока составит, кг	9,1

Полученные функциональные зависимости позволяют достоверно описывать процесс выведения молока из вымени коровы и могут быть использованы при разработке и проектировании новых технических средств машинного доения.

2.3 Обоснование основных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата

2.3.1 Определение времени отключения высокочастотного блока модернизированного вибропульсатора

Из ранее проведенных теоретических исследований установлено, что зависимость (2.4) интенсивности молоковыведения (m^3/c) от времени можно представить в виде [127]

$$Q(t) = m_{\max} \cdot Q_3(t) / \rho / 60 \quad (2.7)$$

где ρ – плотность молока, кг/м³.

Рассмотрим теперь процесс наполнения молоколовушки (Рис. 2.9) в начальный период доения.

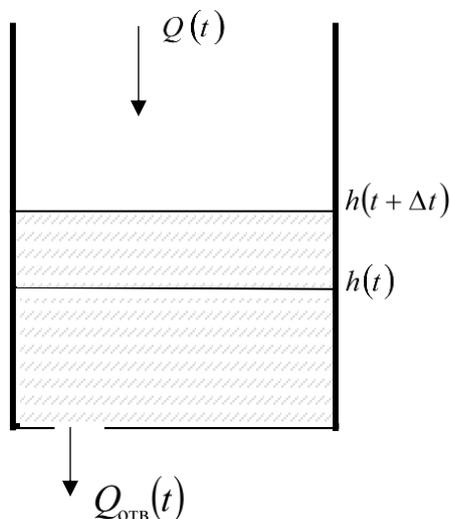


Рисунок 2.9 - К выводу уравнения, определяющего уровень молока в молоколовушке

За некоторый промежуток времени Δt объем молока, (м^3) в молоколовушке увеличится на величину

$$S_m h(t + \Delta t) - S_m h(t), \quad (2.8)$$

где S_m – площадь сечения молоколовушки, м^2 .

Это происходит за счет пополнения молоколовушки молоком в количестве, м^3

$$\frac{Q(t + \Delta t) + Q(t)}{2} \Delta t. \quad (2.9)$$

За этот же промежуток времени через отверстие диаметром d , м отводится молоко объемом, м^3

$$Q_{\text{отв}}(t) = \sigma S_o \sqrt{2g \frac{h(t + \Delta t) + h(t)}{2}} \Delta t, \quad (2.10)$$

где σ – коэффициент расхода, $\sigma \approx 0,6..0,7$;

S_0 – площадь отверстия, м^2 ;

g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$.

Учитывая вышесказанное, получаем

$$S_m h(t + \Delta t) - S_m h(t) = \frac{Q(t + \Delta t) + Q(t)}{2} \Delta t - \sigma S_0 \sqrt{2g \frac{h(t + \Delta t) + h(t)}{2}} \Delta t. \quad (2.11)$$

Разделив последнее уравнение на Δt и перейдя к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$, получаем уравнение, определяющее уровень молока в молоколовушке:

$$S_m \frac{dh}{dt} = Q(t) - \sigma S_0 \sqrt{2gh}. \quad (2.12)$$

На рис 2.10 представлены результаты численной реализации выражения (2.12) с помощью компьютерной программы Maple при $S_m = 0,0035 \text{ м}^2$, $m_{max} = 1,3 \text{ кг}/\text{мин}$, диаметре выпускного отверстия $d = 0,006 \text{ м}$ (Прил. О).

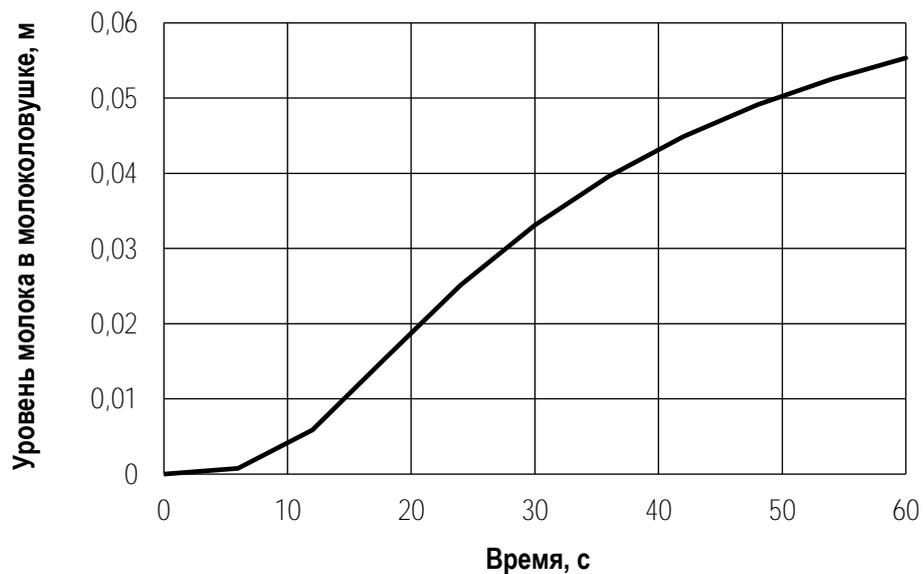


Рисунок 2.10 - Зависимость уровня молока в молоколовушке от времени

На эту систему с одной стороны действуют сила P_1 , имеющая относительно шарнира плечо L_1 и определяемая по формуле [127]

$$P_1 = P_m + P_{\text{мол}} + P_{\text{дав}}, \quad (2.13)$$

где P_m и $P_{\text{мол}}$ – соответственно вес молоколовушки и молока в ней, H ;

$P_{\text{дав}}$ – сила давления струи молока на ковш, H .

С другой стороны на систему действует сила веса соединяющего стержня $P_{\text{ст1}}(H)$, имеющего плечо $L_3/2$.

С другой стороны на систему действуют вес груза $P_{\text{гр}}$, имеющий плечо L_2 , и вес соединяющего стержня $P_{\text{ст2}}$, имеющего плечо $L_4/2$.

Для начала опрокидывания системы должно выполняться неравенство:

$$P_1 L_1 + P_{\text{ст1}} L_3 / 2 \geq P_{\text{гр}} L_2 + P_{\text{ст2}} L_4 / 2 + M_{\text{ш}}, \quad (2.14)$$

где $M_{\text{ш}}$ – момент сопротивления в шарнире ($H \cdot m$), который определяется по формуле

$$M_{\text{ш}} = Pfd, \quad (2.15)$$

где f – коэффициент трения в шарнире;

d – диаметр вала, м;

P – общий вес системы, Н, определяемый по формуле

$$P = P_m + P_{\text{мол}} + P_{\text{дав}} + P_{\text{ст1}} + P_{\text{ст2}} + P_{\text{гр}}. \quad (2.16)$$

Рассмотрим силы составляющие P_1 .

Вес молоколовушки P_M постоянен, вес молока в молоколовушке определяется по формуле

$$P_M = S_k \rho h_{\max}. \quad (2.17)$$

Сила давления струи молока на молоколовушку $P_{\text{дав}}$, H , определяется по формуле

$$P_{\text{дав}} = \rho S_{\text{стр}} v^2, \quad (2.18)$$

где $S_{\text{стр}}$ – площадь канала, м²;

v – скорость струи поступающего молока, м/с.

Учитывая, что $v = \frac{Q(T)}{S_{\text{стр}}}$, получаем

$$P_{\text{дав}} = \frac{\rho Q^2(T)}{S_{\text{стр}}}. \quad (2.19)$$

Из неравенства (2.14) следует, что вес груза должен удовлетворять неравенству:

$$P_{\text{гр}} \leq \frac{P_1 L_1 + P_{\text{стр}1} L_3 / 2 - P_{\text{стр}2} L_4 / 2 - M_{\text{ш}}}{L_2}. \quad (2.20)$$

Выражение (2.20) позволяет определить геометрические параметры устройства управления режимом доения.

На рис 2.12 представлены результаты численной реализации выражения (2.20) с помощью компьютерной программы Microsoft Excell при массе молоколовушки $m_{\text{мол}} = 0,046$ кг, ее объеме $V_{\text{мол}} = 0,000253$ м³, $L_1 = 0,072$ м, $L_2 = 0,031$ м, $L_3 = 0,035$ м, $L_4 = 0,094$ м, массе коромысла молоколовушки $m_{\text{см1}} = 0,016$ кг, массе коромысла грузового элемента $m_{\text{см2}} = 0,00795$ кг, $m_{\text{гр}} = 0,08$ кг, полученных путем моделирования в Компас 3D (Прил. М).

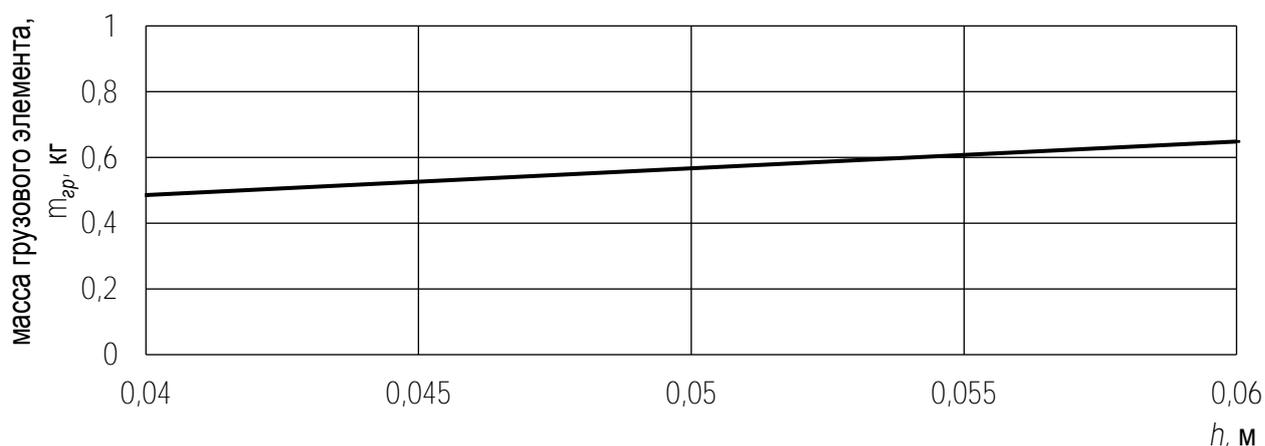


Рисунок 2.12 – Зависимость массы грузового элемента от уровня жидкости в молоколовушке

2.3.3 Определение конструктивных параметров устройства переключения магнитного клапана

В устройстве переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума при подаче вакуумметрического давления в надмембранную область магнитный клапан должен перемещаться в крайнее верхнее положение, тем самым устанавливая высокий уровень вакуума в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов. При подаче атмосферного давления в надмембранную область магнитный клапан должен перемещаться в крайнее нижнее положение под действием веса грузового элемента, при этом остаточный уровень вакуума, возникающий в системе «управляющий патрубок вибропульсатора-канал атмосферного воздуха блока управления режимом доения-надмембранная область устройства переключения магнитного клапана», не должен приподнимать магнитный клапан для того, чтобы стабильно устанавливался низкий уровень вакуума в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов.

Поэтому, цель теоретических исследований – получение функциональной зависимости уровня вакуумметрического давления от диаметра мембраны и веса грузового элемента магнитного клапана. На эту систему с одной стороны

действуют сила $P_{гр.кл}$, сосредоточенная в центре, и с другой стороны распределенная нагрузка q от действия вакуумметрического давления, направленная в противоположную сторону (рис. 2.13).

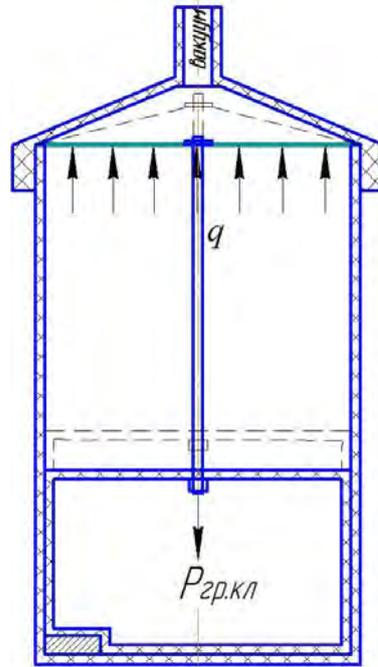


Рисунок 2.13 - К выводу уравнения, определяющего диаметр мембраны

Решение задачи изгиба круглой мембраны при воздействии распределенной нагрузки выполняется в полярной системе координат. Используя полярный радиус r и полярный угол ϕ в соответствии с известными соотношениями $x = r \cos\phi$ и $y = r \sin\phi$, получим [123]

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \phi^2}$$

Уравнение изгиба мембраны запишется в виде

$$D \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \right) \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \phi^2} \right) = q, \quad (2.21)$$

где q – распределенная нагрузка, Па.

D – изгибная жесткость мембраны, Н·м, которая определяется по формуле

$$D = \frac{Eh^3}{12(1 - \mu^2)}$$

где E – модуль упругости резины, Па

μ - коэффициент Пуассона,

h - толщина резины, м.

В случае симметричного распределения нагрузки по поверхности мембраны относительно центра $w = w(r)$, то есть прогиб не зависит от полярного угла ϕ . Уравнение (2.21) запишется в виде

$$\frac{d^4w}{dr^4} + \frac{2}{r} \frac{d^2w}{dr^2} - \frac{1}{r^2} \frac{dw}{dr} = \frac{q}{D} \quad (2.22)$$

Общий интеграл выражения (2.21) выражается зависимостью

$$w = C_1 \ln r + C_2 r^2 \ln r + C_3 r^2 + C_4 + w^* \quad (2.23)$$

Общее решение однородного уравнения (2.22) образуют первые четыре слагаемых в правой части, а частное решение уравнения – пятое слагаемое w^* , которое определяется по формуле

$$w^*(r) = \frac{1}{D} \int \frac{1}{r} dr \left\{ \int \frac{1}{r} \left[\int \frac{1}{r} \left(\int q r dr \right) dr \right] dr \right\} dr$$

Если, в частности $q = const$, то

$$w^* = \frac{qr^4}{64D}$$

Постоянные интегрирования в выражении (2.23) $C_1=C_2=0$ вытекают из условий конечности прогиба и кривизны в центре мембраны, а из условия на контуре мембраны (при $r = a$) определяются постоянные интегрирования C_3 и C_4 . Для заделанного края

$$(w)_{r=R} = 0; \left(\frac{dw}{dr}\right)_{r=R} = 0;$$

Тогда

$$w = C_3 r^2 + C_4 + \frac{qr^4}{64D}$$

$$\left(\frac{dw}{dr}\right)_{r=R} = 2C_3 R^2 + \frac{4qR^3}{64D} = 0$$

$$(w)_{r=R} = 2C_3 R^2 + C_4 + \frac{qR^4}{64D} = 0$$

$$C_3 = -\frac{2qR^2}{64D}$$

$$C_4 = -C_3 R^2 - \frac{2}{64D} = \frac{2qR^4}{64D} - \frac{qR^4}{64D} = \frac{qR^4}{64D}$$

$$w(r) = -\frac{2qR^2 r^2}{64D} + \frac{qR^4}{64D} + \frac{qr^4}{64D}.$$

После соответствующих математических преобразований получим

$$w(r) = \frac{q(r^2 - R^2)^2}{64D}. \quad (2.24)$$

Решение задачи расчета круглой мембраны при воздействии сосредоточенной силы в центре представлено ниже. Мембрана радиуса R жестко заделана по контуру и нагружена в центре сосредоточенной силой $P_{гр.кл}$. Так как распределенная нагрузка отсутствует, частное решение: $w^* = 0$. Прогиб мембраны в этом случае выражается зависимостью [123]

$$w(r) = \frac{P_{гр.кл}R^2}{16\pi D} \left(1 - \frac{r^2}{R^2} + 2 \frac{r^2}{R^2} \ln \frac{r}{R}\right) \quad (2.25)$$

При $r = 0$ формулы (2.24) и (2.25) дают прогиб мембраны в центре круга

$$w_1(q, R) = \frac{qR^4}{64D} \quad (2.26)$$

$$w_2(p, R) = \frac{P_{гр.кл}R^2}{16\pi D} \quad (2.27)$$

Для того, чтобы мембрана поднимала втулку с магнитным клапаном, достаточно что бы

$$w_1(q, R) > w_2(p, R) \quad (2.28)$$

т. е.

$$\frac{qR^4}{64D} > \frac{P_{гр.кл}R^2}{16\pi D}$$

или

$$\frac{2R^2}{64} > \frac{P_{гр.кл}}{16\pi}$$

т.е.

$$q > \frac{64P_{гр.кл}}{R^2 16\pi} \quad (2.29)$$

Так как распределенная нагрузка q равна вакуумметрическому давлению, воздействию на мембрану, то выражение (2.29) принимает вид

$$P_{вак} > \frac{4P_{гр.кл}}{\pi R^2} \quad (2.30)$$

где $P_{вак}$ – вакуумметрическое давление, Па

$P_{гр.кл}$ – вес грузового элемента магнитного клапана, Н

R – радиус мембраны, м.

Выражение (2.30) представляет собой функциональную зависимость, позволяющую определить конструктивные параметры устройства переключения магнитного клапана.

Выводы

1. При доении коров небольшими группами при их привязном содержании наиболее целесообразно применение многофункционального стимулирующего доильного аппарата, обеспечивающего полное и безопасное выведение молока из вымени при выполнении различных технологических операций: доения основного стада, раздоя новотельных коров в родильном отделении и др. Разработана конструктивно-технологическая схема многофункционального стимулирующего доильного аппарата, который должен содержать двухкамерные доильные стаканы, коллектор, вибропульсатор с отключаемым высокочастотным блоком, блок управления режимом доения, блок управления уровнем вакуума с устройством переключения магнитного клапана, приемник с мембраной дросселя вакуума подсосковой камеры.

2. Теоретически получены аналитические зависимости, позволяющие моделировать кривую молокоотдачи и установить: 1) момент t (с) времени на ко-

торый достигается определенная величина интенсивности молоковыведения (2.4); 2) величину надоя молока (кг) за период доения (2.5); среднюю интенсивность молоковыведения (кг/мин) за период доения (2.6). Так, установлено, что при $A=0,175$; $B=30$; $T=480$ с; $m_{max}=1,3$ кг/мин время доения в течение которого интенсивность молоковыведения нарастает до $Q = 0,3$ кг/мин составляет $t = 24$ с, средняя интенсивность молоковыведения за период доения – $Q_{cp} = 0,9$ кг/мин, величина надоя молока – 9,1 кг.

3. Теоретическими исследованиями установлено, что время работы высокочастотного блока вибропульсатора (2.12) зависит как от конструктивных параметров блока управления режимом доения (площади сечения S_m и уровня молока h в молоколовушке, диаметра $d_{жс}$ отверстия жиклера), так и от физиологических особенностей животного (характера нарастания скорости молоковыведения, определяемых параметрами A и B). При $A=0,175$; $B=30$; $S_m = 0,0035$ м², $m_{max} = 1,3$ кг/мин, диаметре выпускного отверстия $d = 0,006$ м уровень молока $h = 0,05$ м достигается за время $t = 50$ с.

4. Теоретически доказано, что уровень жидкости в молоколовушке, при котором происходит ее опрокидывание, зависит от геометрических параметров отключающего устройства (2.20) блока управления режимом доения (массы, объема, площадь сечения, длины и массы коромысла молоколовушки, массы, длины и массы коромысла грузового элемента). Так, при массе грузового элемента $m_{гр}$, равной 0,485; 0,566; 0,648 кг происходит опрокидывание молоколовушки при уровне жидкости в ней h , соответственно равным 0,04; 0,05; 0,06 м.

5. Теоретическими установлено, что надежная фиксация магнитного клапана в верхнем и нижнем положении зависит от конструктивных параметров переключающего устройства (2.30) блока управления уровнем вакуума (диаметра мембраны и массы грузового элемента клапана). Так, при диаметре мембраны d_m , равном 0,03; 0,04; 0,05 м уравновешивание распределенной нагрузки от действия вакуумметрического давления достигается при массе грузового элемента клапана, соответственно равным 0,864; 1,537; 2,402 кг.

3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Программа лабораторных экспериментальных исследований

Предлагаемая конструкция многофункционального стимулирующего доильного аппарата (МСДА) должна отвечать физиологическим параметрам лактирующего животного и обеспечивать полное и безопасное выведение молока из вымени.

С целью проверки теоретических положений и работоспособности конструкции многофункционального стимулирующего доильного аппарата, а также определения и уточнения его параметров и режимов работы была намечена следующая программа экспериментальных исследований:

1. Измерение и анализ циклических колебаний давления в камерах доильных стаканов, вызванных вибропульсатором с отключаемым высокочастотным блоком;
2. Определение пропускной способности и выявление рациональных режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата;
3. Проверка работоспособности многофункционального стимулирующего доильного аппарата;
4. Определение времени отключения высокочастотного блока модернизированного вибропульсатора и выявления конструктивно-режимных параметров блока управления режимом доения;
4. Определение геометрических параметров устройства переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума;
5. Оценка сходимости результатов теоретических и экспериментальных исследований.

3.2 Методика проведения экспериментальных исследований

3.2.1 Лабораторное оборудование и приборы, необходимые для проведения исследований

Экспериментальные исследования для определения и обоснования параметров и режимов работы предлагаемого доильного аппарата проводились в научной лаборатории (рис. 3.1) кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности Воронежского ГАУ.



Рисунок 3.1 – Общий вид приборов для проведения экспериментальных исследований: 1 – вакуумная водокольцевая установка «НВУ-60-2»; 2 – вакуумный регулятор «InterPuls Stabilvak» 3600 л/мин; 3 – баллон вакуумный «ДВ.32.090-01»; 4 – кран вакуумный «ДПР 02.140»; 5 – вакуумметр; 6 – агрегат индивидуального доения «АИД-1С»; 7 – молокомер «Jetmilk» для индивидуального контроля молока во время доения; 8 – стенд «Искусственное вымя»; 9 – вольтметр универсальный «В7-26»; 10 – блок питания «Б5-7»; 11 – осциллограф «С1-77»; 12 – весы лабораторные «ВЛКТ-500»; 13 – доильный аппарат «Нурлат»; 14 – генератор сигналов низкочастотный «ГЗ-36А»; 15 – прибор для измерения пульсации и вакуума «PulsoTest Comfort»; 16 – прибор КИ-4840; 17 – доильный аппарат «СОЖ»; 18 – доильный аппарат «ТУ 200 Дуовак 300»

Для измерения и анализа циклических колебаний давления в камерах доильных стаканов, вызванных вибропульсатором с отключаемым высокочастотным блоком была разработана лабораторная установка, которая содержит доильный аппарат, включающий доильные стаканы 1 с установленными в них заглушками 2, коллектор 3 с распределителем одновременной пульсации, вибропульсатор с отключаемым высокочастотным блоком 4 и молокоприемник 5, фрагмент вакуумпровода с регулятором вакуума «InterPuls Stabilvak» 6, вакуумметром 7 и вакуумным краном 9, прибор для измерения пульсации и вакуума «PulsoTest Comfort» 9 и соединительные шланги 10. Схема и общий вид лабораторной установки для измерения и анализа циклических колебаний давления в камерах доильных стаканов, вызванных вибропульсатором с отключаемым высокочастотным блоком, представлены соответственно на рис. 3.2 и 3.3.

Для определения пропускной способности и выявления рациональных режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата была разработана лабораторная установка, которая содержит стенд «Искусственное вымя» 1, на кото-

ром установлен доильный аппарат, включающий доильные стаканы 2, коллектор 3 с распределителем одновременной пульсации, вибропульсатор с отключаемым высокочастотным блоком 4, молокоприемник 5, фрагмент вакуумпровода с регулятором вакуума «InterPuls Stabilvak» 6, вакуумметром 7 и вакуумным краном 9, молокомер «Jetmilk» для индивидуального контроля молока во время доения 8, резервуар 10, секундомер 11, прибор для измерения пульсации и вакуума «PulsoTest Comfort» 12 и соединительные шланги 13. Схема и общий вид лабораторной установки для определения пропускной способности и выявления рациональных режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата представлены соответственно на рис 3.4 и 3.5.

Для выявления конструктивно-режимных параметров блока управления режимом доения были разработаны две установки.

Первая установка для определения массы груза молоколовушки содержит крышку 1 доильного ведра разрабатываемого доильного аппарата с блоком управления режимом доения 2, включающим молоколовушку 3 и уравнивающий ее грузовой элемент 4, водопроводную магистраль с краном 5, соединенным с патрубком молокоприемника, мерную колбу 6, весы лабораторные «ВЛКТ-500» 7 и измерительный инструмент. Схема и общий вид лабораторной установки для определения массы грузового элемента молоколовушки представлены соответственно на рис 3.6 и 3.7.

Вторая установка для определения времени отключения высокочастотного блока модернизированного пульсатора содержит стенд «Искусственное вымя» 1 с установленным в нем тарированным краном 2 для регулирования интенсивности выведения жидкости, испытываемый доильный аппарат 3, включающий коллектор с распределителем одновременной пульсации, вибропульсатор с отключаемым высокочастотным блоком, блок управления режимом доения с молоколовушкой, имеющей различные диаметры жиклеров, блок управления уровнем вакуума, приемник и доильное ведро, фрагмент вакуумпровода с регулятором вакуума «InterPuls Stabilvak» 4, вакуумметром 5 и вакуумным краном 6, секундомер 7, резервуар 8 и соединительные шланги 9. Схема и общий вид лабораторной установки для определения времени отключения высокочастотного блока вибропульсатора представлены соответственно на рис. 3.8 и 3.9.

Для определения геометрических параметров устройства переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума была разработана следующая установка. Установка содержит устройство переключения магнитного клапана 1, фрагмент вакуумпровода 2 с регулятором вакуума «InterPuls Stabilvak» 3, вакуумметром 4 и вакуумным краном 5, подвесное устройство 6 с возможностью размещения сменных грузов 7. Схема и общий вид лабораторной установки для определения геометрических параметров устройства переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума представлены соответственно на рис. 3.11 и 3.10.

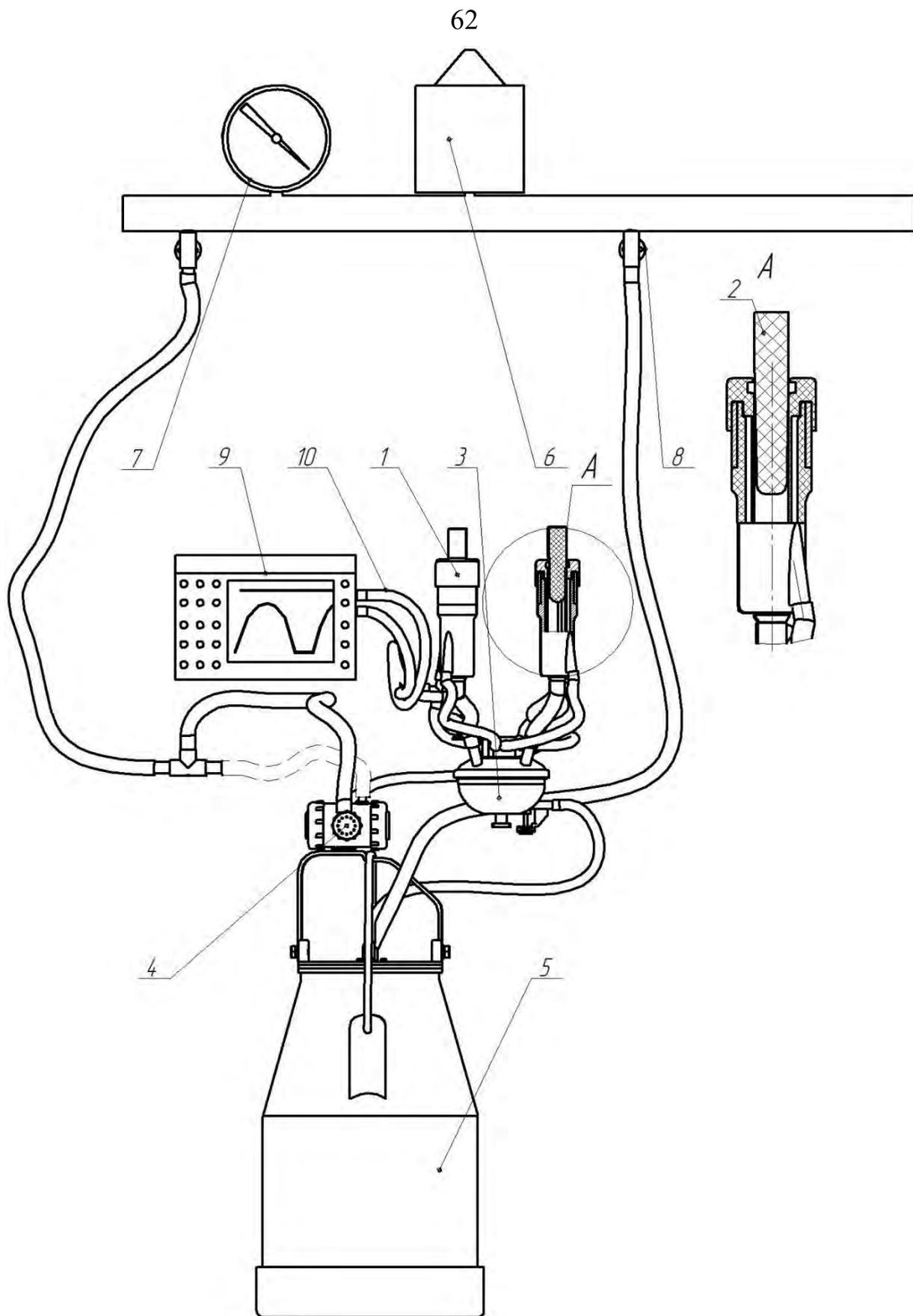


Рисунок 3.2 - Схема лабораторной установки для измерения колебаний давления в камерах доильных стаканов: 1 – доильные стаканы; 2 – заглушка; 3 – коллектор; 4 – вибропульсатор; 5 – доильное ведро; 6 – регулятор вакуума; 7 – вакуумметр; 8 – вакуумный кран; 9 – прибор «PulsoTest Comfort»; шланги



а)



б)

Рисунок 3.3 - Общий вид лабораторной установки для измерения колебаний давления в камерах доильных стаканов при выключенном (а) и включенном (б) высокочастотном блоке пульсатора и вакуумметрическом давлении соответственно – 48 и 38 кПа

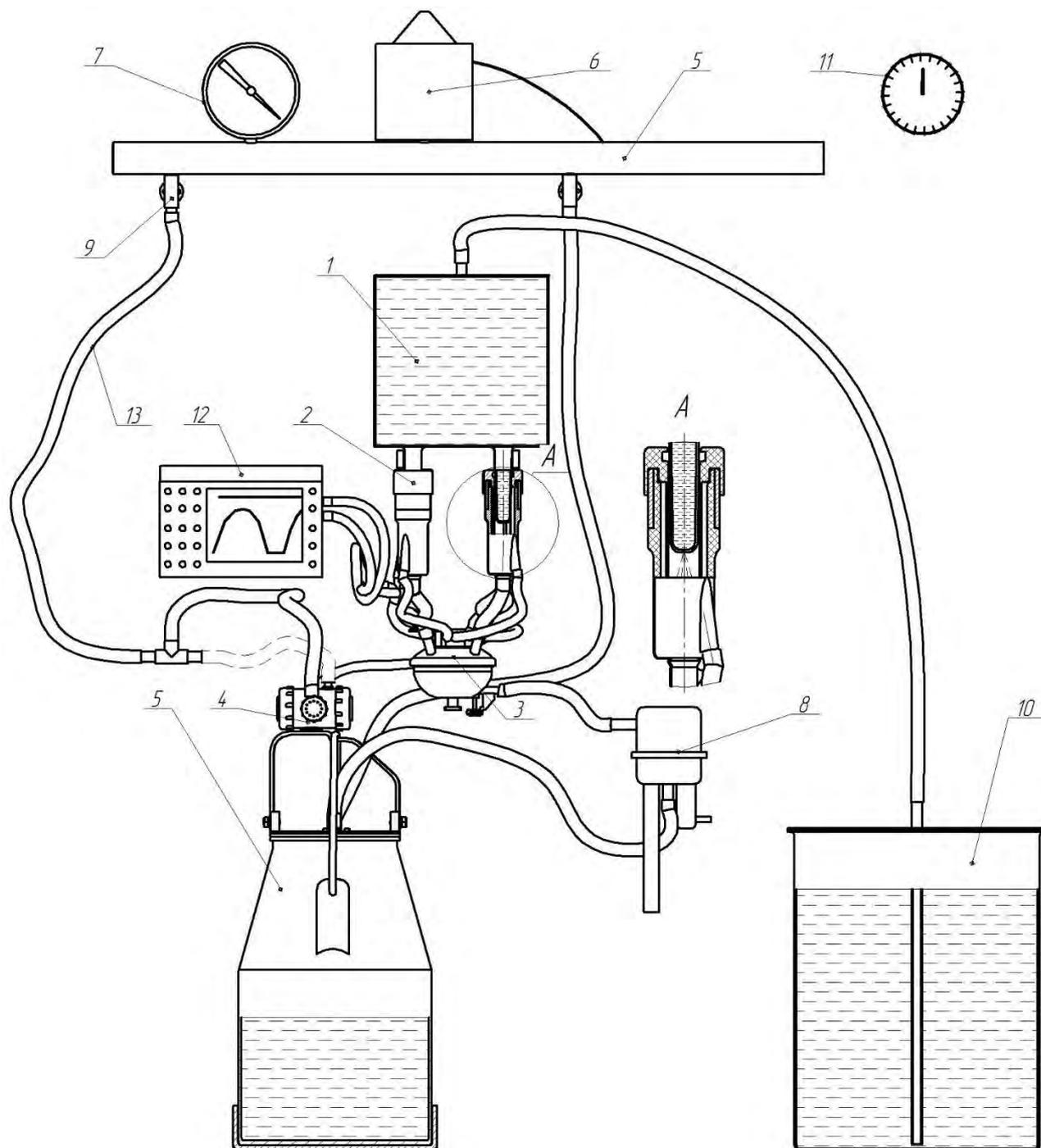


Рисунок 3.4 - Схема лабораторной установки для определения пропускной способности и выявления рациональных режимных параметров разрабатываемого доильного аппарата: 1 – «Искусственное вымя»; 2 – доильные стаканы; 3 – коллектор; 4 – вибропульсатор; 5 – доильное ведро; 6 – регулятор вакуума; 7 – вакуумметр; 8 – молокомер; 9 – кран вакуумный; 10 – резервуар; 11 – секундомер; 12 – прибор «PulsoTest Comfort»; 13 – соединительные шланги



Рисунок 3.5 – Общий вид установки для определения пропускной способности доильного аппарата при выключенном (а) и включенном (б) высокочастотном блоке вибропульсатора и вакуумметрическом давлении соответственно – 48 и 38 кПа

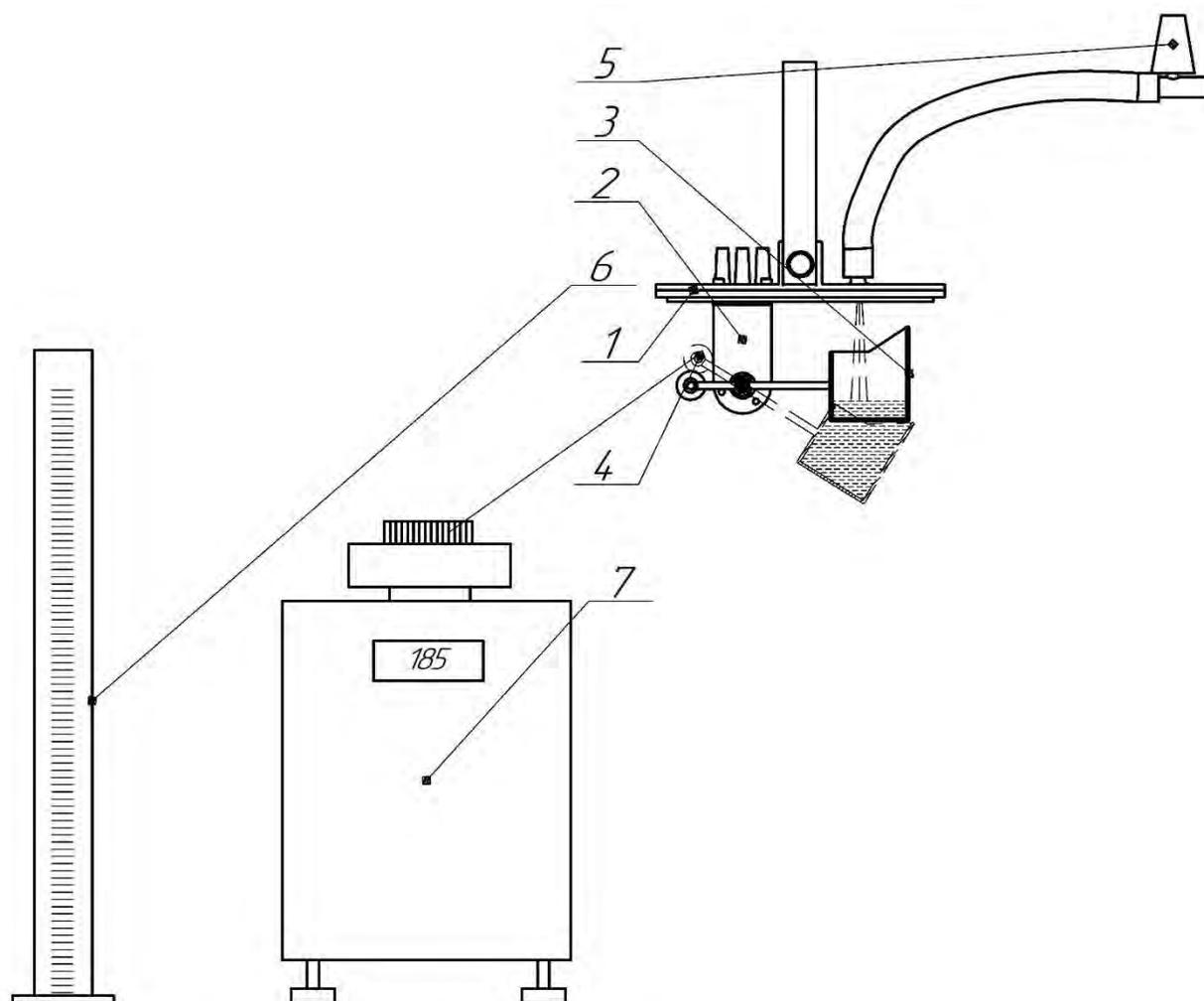


Рисунок 3.6 - Схема лабораторной установки для определения массы груза молоколовушки блока управления режимом доения: 1 – крышка доильного ведра разрабатываемого доильного аппарата; 2 - блок управления режимом доения; 3 - молоколовушка; 4 - грузовой элемент; 5 – кран водопроводной сети; 6 - мерная колба; 7 - весы лабораторные «ВЛКТ-500»

В лаборатории кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» был разработан и изготовлен опытный образец многофункционального стимулирующего доильного аппарата (МСДА) (рис. 3.12, 3.13). Доильный аппарат включает молокоприемник 1, до-

ильные стаканы 2, коллектор 3 с распределителем одновременной пульсации, вибропульсатор 4 с отключаемым высокочастотным блоком, блок управления режимом доения 5, блок управления уровнем вакуума 6 с устройством переключения магнитного клапана 7, приемник 8 с мембраной дросселя вакуума в подсосковой камере, соединительные шланги 9 [100, 111].

Крышка доильного ведра 1, на которой расположен блок управления режимом доения 2, расположенный на (рис. 3.14) имеет три дополнительных патрубка: атмосферного давления 3, постоянного вакуумметрического давления 4 и управляющий патрубок.

Блок управления режимом доения (рис. 3.15) включает корпус 2, внутри которого установлен распределительный вал 3, имеющей каналы 4 с возможностью соединения управляющего патрубка с атмосферным и вакуумметрическим давлением соответственно в верхнем и нижнем положении молоколовушки 1,



Рисунок 3.7 – Общий вид лабораторной установки для определения массы груза за молоколовушки блока управления режимом доения



Рисунок 3.9 – Общий вид установки для определения времени отключения высокочастотного блока вибропульсатора



Рисунок 3.10 – Общий вид лабораторной установки для определения геометрических параметров устройства переключения магнитного клапана

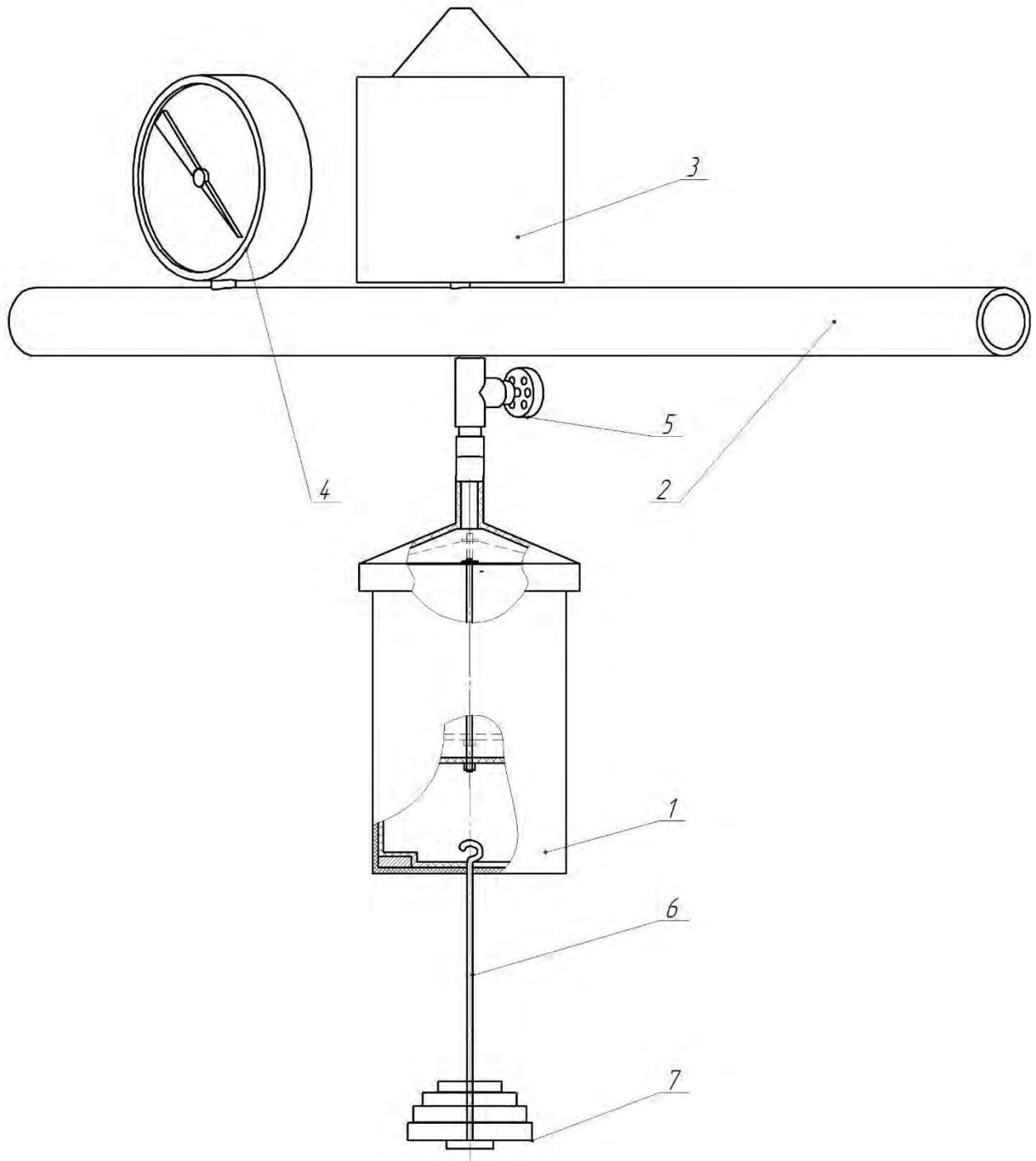
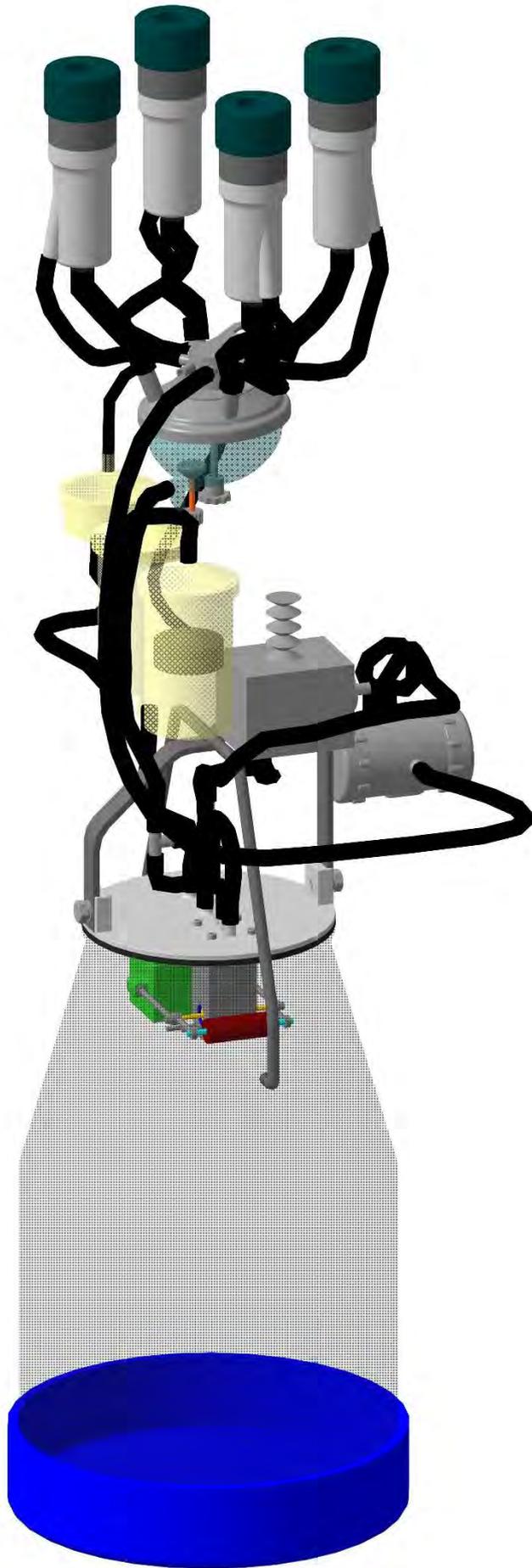
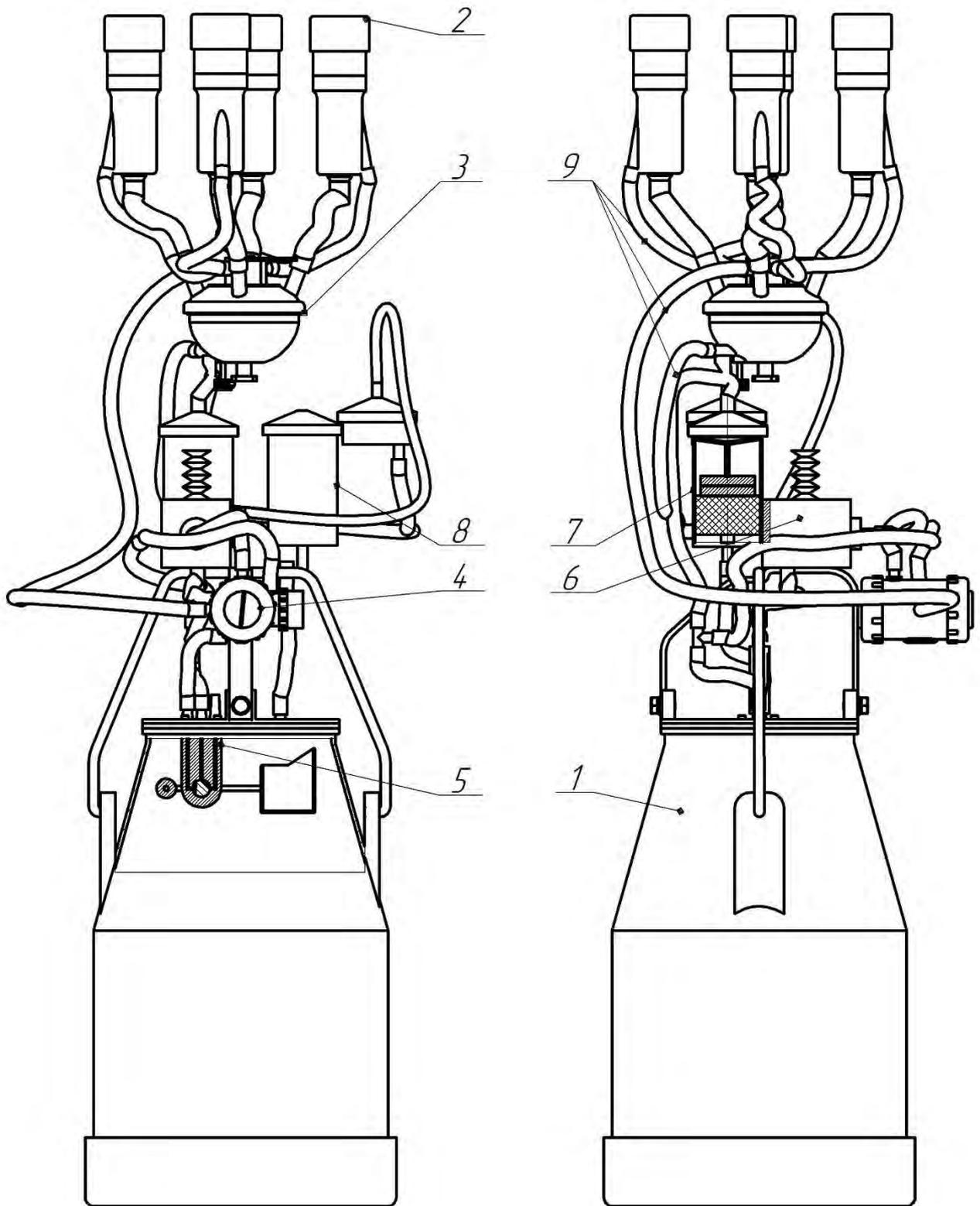


Рисунок 3.11 - Схема лабораторной установки для определения геометрических параметров устройства переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума: 1 – устройство переключения магнитного клапана; 2 – фрагмент вакуумпровода; 3 – регулятор вакуума «InterPuls Stabilvak»; 4 – вакуумметр; 5 – вакуумный кран; 6 – подвесное устройство; 7 – сменные грузы



a)



б)

Рисунок 3.12 Модель (а) и стандартный вид (б) многофункционального стимулирующего доильного аппарата (МСДА): 1 – доильное ведро; 2 – доильные стаканы; 3 – коллектор; 4 – пульсатор с отключаемым высокочастотным блоком; 5 – блок управления режимом доения; 6 – блок управления уровнем вакуума; 7 – устройство переключения магнитного клапана; 8 – приемник с мембраной дросселя; соединительные шланги



Рисунок 3.13 - Общий вид многофункционального стимулирующего доильного аппарата: 1 – доильное ведро; 2 – доильные стаканы; 3 – коллектор; 4 – пульсатор с отключаемым высокочастотным блоком; 5 – блок управления режимом доения; 6 – блок управления уровнем вакуума; 7 – устройство переключения магнитного клапана; 8 – приемник с мембраной дросселя; 9 – соединительные шланги

установленной на упомянутом валу на коромыслах 8 и имеющей ограничители ее перемещения 6 и 5. На другом конце распределительного вала 3, установленного через уплотнители 10, расположен грузовой элемент 9 на коромыслах 7.

Модернизированный вибропульсатор с отключаемым высокочастотным блоком (рис. 3.16), выполненный на базе известного вибропульсатора АДУ. 02.200, имеет в отличие от своего предшественника три патрубка: постоянного вакуумметрического давления 1, переменного вакуумметрического давления 2 и дополнительный управляющий патрубок 3, позволяющий путем соединения его либо с вакуумом, либо с атмосферным давлением осуществлять подачу в межстенные камеры доильных стаканов в такте сосания соответственно вакуума и импульсов переменного давления (вакуум-атмосфера), за счет чего стенки сосковой резины совершают колебания с амплитудой 1...2 мм и частотой 10 Гц. Для этого в корпусе пульсатора вместо единого канала атмосферного давления пульсирующего и стимулирующего блоков выполнены два отдельных друг от друга канала 1 и 2 (рис. 3.17), последний из которых меньшего диаметра, соединенный с дополнительным управляющим патрубком, позволяет несколько снизить начальный перепад давления между межстенными и подсосковыми камерами в такте сосания при совместной работе блоков [95]. Детали вибропульсатора представлены на рис. 3.18.

Блок управления уровнем вакуума включает регулятор вакуума доильного аппарата «Нурлат» (МУ200 "Дуовак") и устройство переключения магнитного клапана, выполненное на базе камеры регулятора вакуума РВ 01.018 (рис. 3.19), и содержащее корпус 1, шток 6, на котором с одной стороны установлена втулка 5 с магнитом и грузовым элементом 4, а с другой мембрана 8, герметично закрываемая крышкой 2, образующая тем самым камеру переменного давления, подачей в которую через патрубок 3 либо вакуумметрического, либо атмосферного давления осуществляется переключение магнитного клапана блока управления уровнем вакуума.

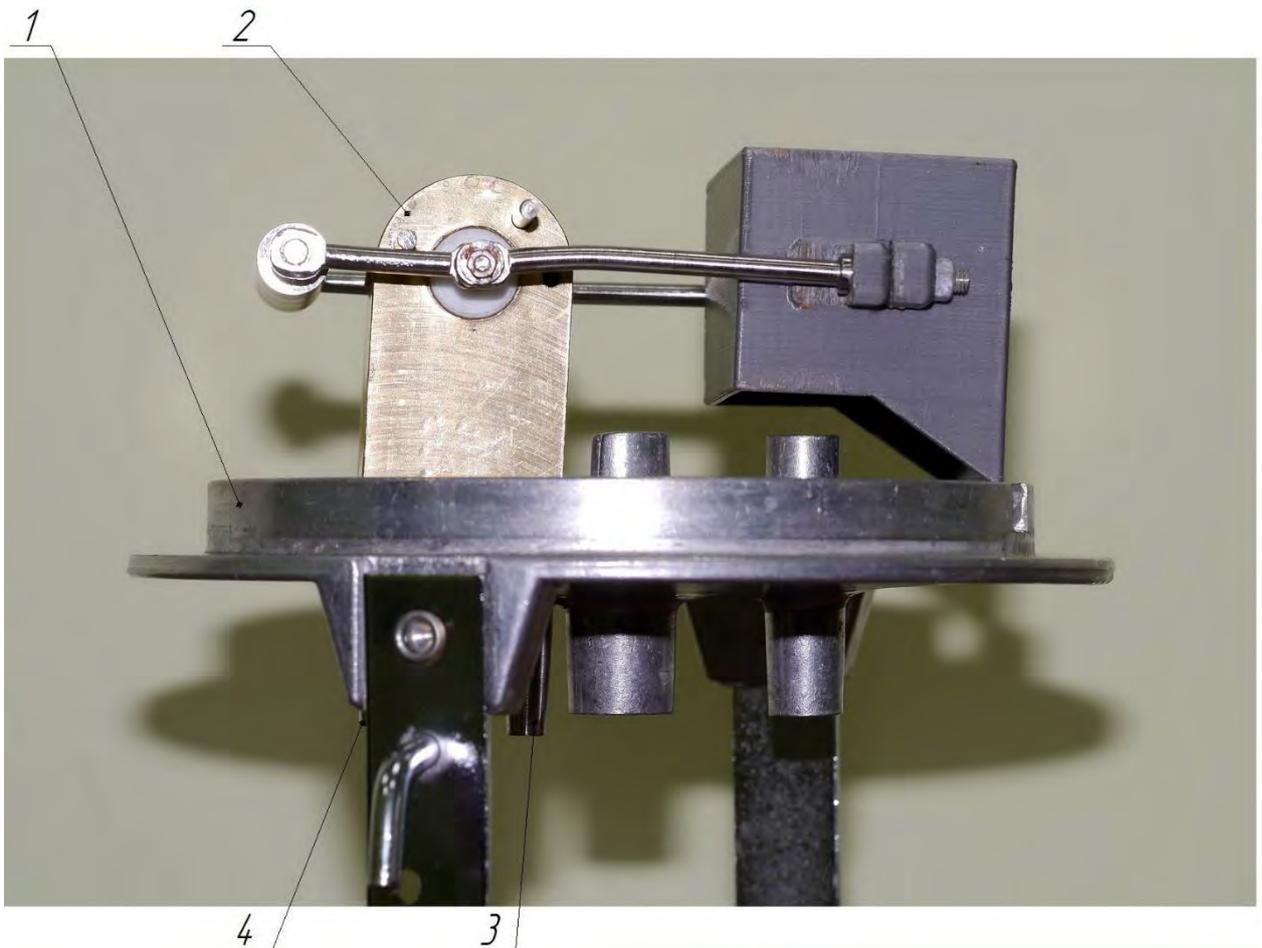
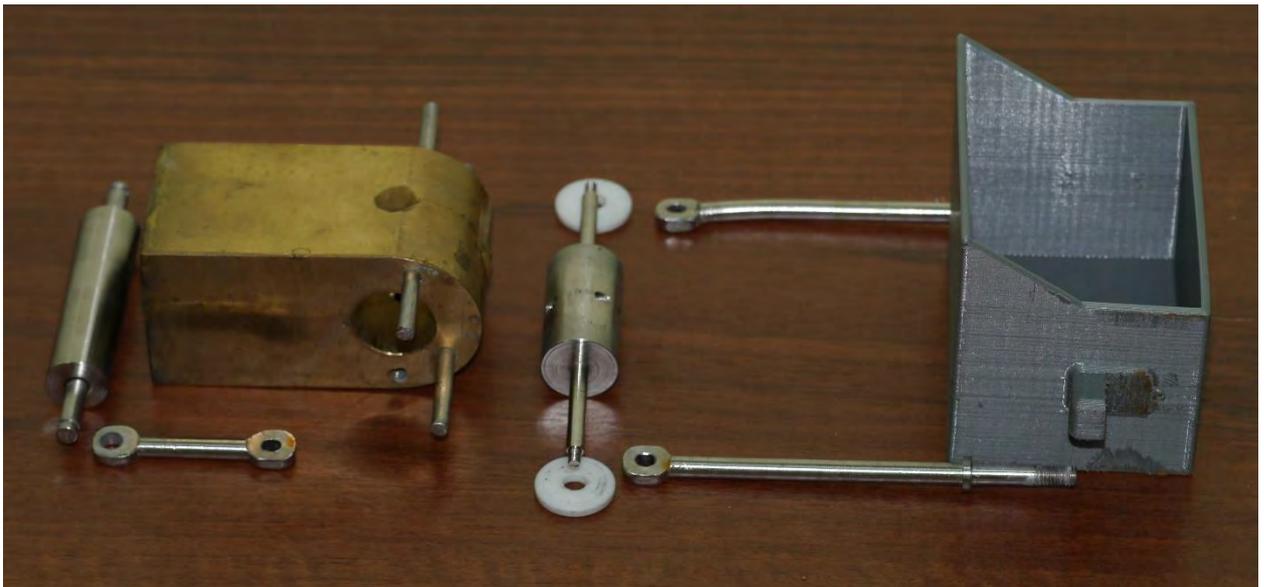


Рисунок 3.14 – Блок управления режимом доения, расположенный в верхней части доильного ведра: 1 - крышка доильного ведра; 2 - блок управления режимом доения; 3 – патрубок атмосферного давления; 4 – патрубок постоянного вакуумметрического давления



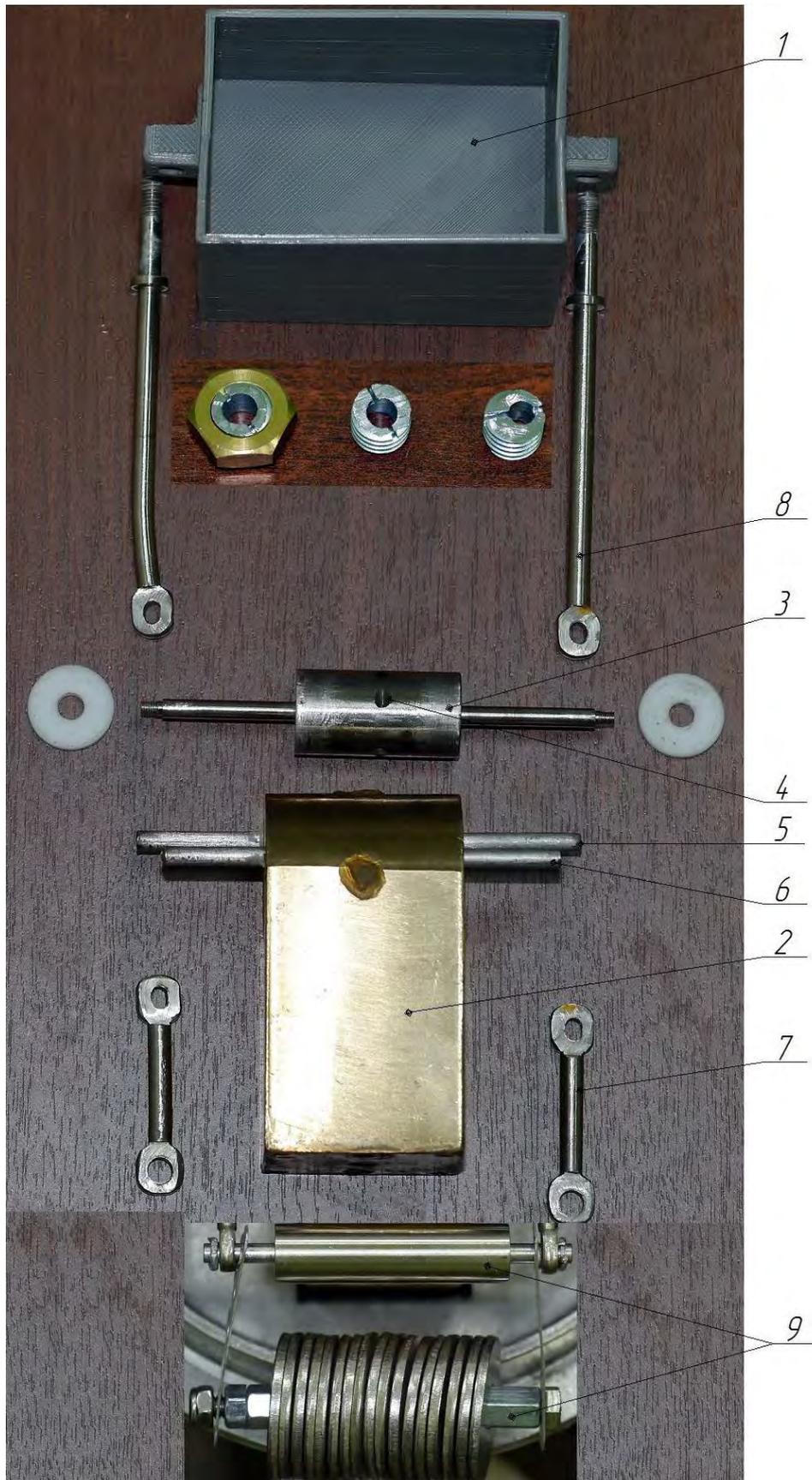


Рисунок 3.15 - Детали блока управления режимом доения: 1 – молоколовушка с жиклером; 2 – корпус блока; 3 – распределительный вал; 4 – каналы; 5 – ограничитель перемещения молоколовушки в нижнем положении; 6 – ограничитель перемещения молоколовушки в верхнем положении; 7 – коромысло груза; 8 – коромысло молоколовушки; 9 – грузовой элемент; 10 – уплотнитель



Рисунок 3.16 - Вибропульсатор с отключаемым высокочастотным блоком: 1 - патрубок постоянного вакуумметрического давления; 2 - патрубок переменного вакуумметрического давления; 3 - дополнительный управляющий патрубок



Рисунок 3.18 - Детали вибропульсатора: 1 - корпус АДУ-02.210; 2 - гайка АДУ.02.061; 3 - камера АДУ.02.052; 4 - мембрана АДУ.02.053; 5 - диффузор АДУ.020.055-01; 6 - диффузор АДУ.02.055; 7 - кольцо АДУ.02.056; 8 - прокладка ДД.013; 9 - гайка АДУ.02.062



Рисунок 3.17 - Каналы в корпусе вибропульсатора: 1 - канал атмосферного давления низкочастотного блока; 2 - канал атмосферного давления высокочастотного блока

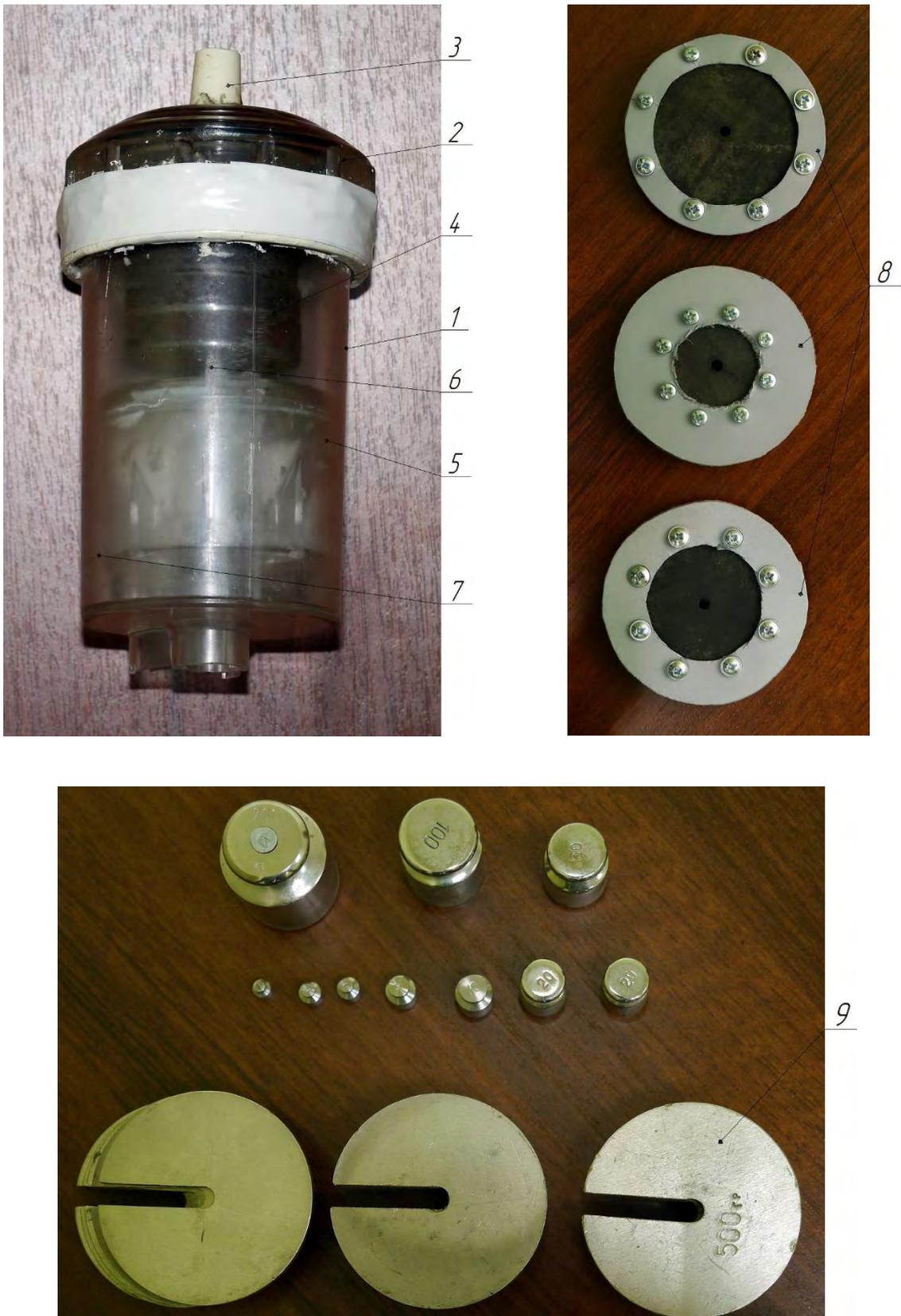


Рисунок 3.19 – Устройство переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума: 1 – корпус устройства; 2 – крышка устройства; 3 – патрубок подачи вакуума; 4 – грузовой элемент; 5 – втулка клапана; 6 – шток; 7 – магнитный клапан; 8 – мембраны различного диаметра; 9 – сменные грузы

Приемник с мембраной дросселя вакуума подсосковой камеры представляет собой камеру РВ 01.018 с крышками РВ 01.022 и РВ 01.019 и мембраной РВ 01.070 аппарата «Сож» или индикатор потока аппарата MU200 "Дуовак", в котором удален поплавков с магнитным клапаном.

3.2.2 Методика измерения циклических колебаний давления в камерах доильных стаканов, вызванных вибропульсатором с отключаемым высокочастотным блоком

В связи с тем, что известный выпускаемый промышленностью вибропульсатор АДУ. 02.200 испытывался с одновременно работающими низкочастотным и высокочастотным блоками в режиме постоянной стимуляции молокоотдачи при вакуумметрическом давлении в вакуумпроводе 50 кПа, а в предлагаемой конструкции многофункционального аппарата предполагается его использование в низковакуумном стимулирующем режиме с включенным высокочастотным блоком и в основном пульсирующем режиме с отключенным высокочастотным блоком, проводились экспериментальные исследования циклических колебаний в камерах доильных стаканов и выявления режимных параметров модернизированного пульсатора.

Испытания пульсаторов проводят согласно значениям стандарта по доильным установкам ISO 6690.

Для этого испытываемый доильный аппарат, включающий доильные стаканы, коллектор с распределителем одновременной пульсации, вибропульсатор с отключаемым высокочастотным блоком и молокоприемник подключали к вакуумпроводу. В подсосковую и межстенную камеру доильного стакана с помощью тройника и измерительных коротких шлангов через измерительные каналы 1 и 2 подсоединяли прибор для измерения пульсаций и вакуума «PulsoTest Comfort», при этом все доильные стаканы разрабатываемого аппарата закрывали прилагаемыми заглушками [73].

Испытания проводили при вакуумметрическом давлении 48 кПа и отключенном высокочастотном блоке модернизированного вибропульсатора (рис. 3.2, 3.3а) и вакуумметрическом давлении 38 кПа и включенном высокочастотном блоке вибропульсатора (рис. 3.2, рис. 3.3б).

Уровень вакуумметрического давления устанавливали с помощью регулятора вакуума «InterPuls Stabilvak» и контролировали вакуумметром.

Кроме того, для сравнительной оценки проводились испытания базового трехфазного доильного аппарата «Нурлат» в основном режиме при вакуумметрическом давлении 48 кПа и стимулирующем режиме при вакуумметрическом давлении 33 кПа.

Для этого испытываемый доильный аппарат «Нурлат» подключали к вакуумпроводу, при этом снимали приемник с блока управления уровня вакуума. Уровень вакуумметрического давления устанавливали с помощью регулятора вакуума «InterPuls Stabilvak» и контролировали вакуумметром.

В соответствии с ISO 5707 цикл пульсации охватывает следующие фазы: А - фаза откачки; В - фаза вакуума; С - фаза продувки; D - фаза давления.

Прибор «PulsoTest Comfort» производит измерение циклических колебаний вакуума в камерах доильных стаканов с интервалом времени 2 мс и дискретностью выходного параметра 0,1 кПа. При этом погрешность измерений не превышает 0,6 кПа. На экран жидкокристаллического монитора выводятся осциллограммы колебаний вакуума.

Кроме того, программа «ПУЛЬСАЦИЯ» производит обработку полученных с встроенных датчиков давления информации и передает сохранённые на компьютер в формате Microsoft Excel следующие данные:

- максимальное и минимальное вакуумметрическое давление в камерах доильных стаканов, кПа;
- частоту пульсаций вакуума, мин⁻¹;
- соотношение фаз сосания и сжатия;
- длительность фаз, мс;
- продолжительность рабочего цикла, мс.

Далее проводился анализ полученной информации и устанавливались режимные параметры модернизированного вибропульсатора с отключаемым высокочастотным блоком.

3.2.3 Методика определения и сравнительной оценки физиологических параметров воздействия доильных раздражителей на молочную железу

К основным показателям, влияющим как на безопасность машинного доения, так и молочную продуктивность коров, можно отнести величину и характер вакуумной и механической нагрузок [142].

Как говорилось ранее, в процессе измерения циклических колебаний давления прибор для измерения пульсации и вакуума в доильных установках «PulsoTest Comfort» с интервалом 2 мс выводит на дисплей и передает в файл Microsoft Excell информацию о об изменении вакуумметрического давления в подсосковом и межстенном пространствах доильных стаканов с дискретностью 0,1 кПа.

Кроме того, программное обеспечение прибора обеспечивает обработку и анализ полученной информации и осуществляет расчет максимальной и минимальной величин вакуума в камерах стаканов, частоты пульсаций, соотношения и длительности фаз, а также продолжительность рабочего цикла.

С использованием полученных графических зависимостей вакуумметрического давления от времени в межстенном и подсосковом пространстве доильных стаканов составленная нами программа в Microsoft Excell осуществляет суммирование этих осциллограмм и построение графической зависимости перепада давления в камерах, а также – графической зависимости вакуума смыкания сосковой резины [73].

Величину максимального давления (P_{max} , кПа) сосковой резины на ткани соска, получаем по формуле [73]

$$P_{max} = P_{n. max} - P_{см} \quad (3.1)$$

где $P_{n. max}$ – максимальная величина перепада давления в подсосковом и межстенном пространстве доильных стаканов в такте сжатия, кПа;

$P_{см}$ – величина вакуума смыкания сосковой резины, кПа.

Минутную вакуумную нагрузку (F_m , Н·с) на ткани вымени, определим по формуле [15]

$$F_m = P_{p.ср} \cdot t_{ц} \cdot S \cdot n \cdot 60 \quad (3.2)$$

где $P_{p.ср}$ - средняя величина вакуумметрического давления в подсосковой камере, кПа;

$t_{ц}$ - продолжительность рабочего цикла, с;

n - частота пульсаций пульсатора, Гц.

S - площадь поперечного сечения сосковой резины, м²;

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

где d - внутренний диаметр сосковой резины, м.

Вакуумную нагрузку за период доения (F_{δ} , Н·с) определим по формуле

$$F_{\delta} = F_m \cdot t_{\delta} \quad (3.3)$$

где t_{δ} - продолжительность времени доения, мин. Для расчетов брали $t_{\delta}=6$ мин.

Величину максимального растягивающего усилия ($F_{p.max}$, Н), действующего на сосок от вакуумметрического давления определим:

$$F_{p.max} = h_{max} \cdot S \quad (3.4)$$

где h_{max} - максимальная величина вакуумметрического давления в сосковой камере, кПа.

Таким образом, расчет вышеуказанных показателей позволяет провести сравнительную оценку соответствия конструктивно-режимных параметров разрабатываемого доильного аппарата физиологическим параметрам лактирующего животного путем сравнения расчетных параметров воздействия на молочную железу (давления на сосок, вакуумной нагрузки и максимального растягивающего усилия) с нормами международного стандарта ISO 5707-87.

3.2.4 Методика определения пропускной способности и выявления рациональных режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата

Методика определения пропускной способности доильного аппарата следующая.

Испытание доильного аппарата осуществлялось по схеме, представленной в разделе 3.1 (рис. 3.3).

Выведение жидкости из искусственного вымени проводили последовательно разрабатываемым доильным аппаратом путем установки насадки диаметром $d = 2$ мм в имитаторы сосков искусственного вымени. Объем выведенной жидкости регистрировали с помощью молокомера «Jetmilk» для индивидуального контроля молока во время доения.

В ходе экспериментальных исследований проводились опыты по определению пропускной способности разрабатываемого доильного аппарата при вакуумметрическом давлении 32, 34, 36 и 38 кПа и работе вибропульсатора в стимулирующем режиме, при котором в дополнительный управляющий патрубок подавалось атмосферное давление, и – в основном режиме доения при вакуумметрическом давлении 48 кПа и работе пульсатора в пульсирующем режиме, которая осуществлялась блокировкой высокочастотного блока вибро-

пульсатора подачей в него через дополнительный управляющий патрубок вакуумметрического давления [73].

Кроме того, проводились исследования по определению пропускной способности базового трехфазного аппарата «Нурлат» при вакуумметрическом давлении 33, 36, 38 и 48 кПа.

В первом случае изменяли величину вакуумметрического давления регулятором вакуума 6, контролировали - вакуумметром 7, а циклические колебания в камерах доильных стаканов аппаратов фиксировали прибором «PulsoTest Comfort» (рис. 3.3).

Во втором случае для оценки пропускной способности аппарата «Нурлат» в низковакуумном режиме использовали два приемника, один из которых устанавливали на магнитный клапан регулятора вакуума, в второй соединяли с молокоприемником и коллектором аппарата через молокомер «Jetmilk» для индивидуального контроля молока. Величину вакуумметрического давления изменяли вращением заглушки блока управления уровнем вакуума, контролировали - вакуумметром 7, а циклические колебания в камерах доильных стаканов аппаратов фиксировали прибором «PulsoTest Comfort» (рис. 3.3).

Испытание разрабатываемого доильного аппарата проводили следующим образом. Включали в работу вакуумную водокольцевую установку «НВУ-60-2». Используя вакуумметр 7, устанавливали необходимую величину вакуумметрического давления. Емкость 10 (см. рис. 3.7) заполняли водой. Опустошали мерную камеру молокомера 8 поворотом крана в «верхнее положение». Включали в работу аппарат и по секундомеру 11 фиксировали время. Продолжительность каждого опыта - не менее 4...5 мин.

Каждый опыт проводили в трехкратной повторности.

Далее определяли пропускную способность доильного аппарата по формуле

$$Q = \frac{V}{t} , \quad (3.5)$$

где Q - пропускная способность доильного аппарата, л/мин;

V - объем выведенной жидкости, л;

t - время опыта, мин.

Далее, используя полученные экспериментальные данные, в среде Microsoft Excell строили графики зависимости пропускной способности доильного аппарата от вакуумметрического давления.

3.2.5 Методика определения времени отключения высокочастотного блока вибропульсатора и выявления конструктивно-режимных параметров блока управления режимом доения

Многофункциональный стимулирующий доильный аппарат (МСДА) имеет подвесную часть аппарата «Унибокс», а также модернизированный вибропульсатор с управляемой стимуляцией (рис. 3.16). По принципу работы МСДА отличается от серийного АДУ-1-04 и предложенного Ульяновым В.М. доильного аппарата с управляемой стимуляцией (ДАУС) тем, что в начале и конце доения он работает в низковакуумном режиме по принципу АДУ-1-04, при этом обеспечивая микромассаж сосков, а при высокой интенсивности молоковыведения переходит на обычный двухтактный режим работы при вакуумметрическом давлении 48 кПа. Следовательно, новый принцип работы разрабатываемого аппарата требует проведения экспериментальных исследований.

Конструктивные размеры блока управления режимом доения, установленного на крышке доильного ведра, были последовательно определены исходя из конструктивных соображений путем 3D-моделирования в программе «Компас 3D». По рабочим чертежам узлов и деталей блока устанавливали площадь сечения молоколовушки и ее объем, соотношение длин плеч коромысел 7 и 8 и их числовые значения. Вес (массу) грузового элемента определяли по формуле (2.20) главы 2.

Исходя из того, что различные породы коров имеют разные молочную продуктивность и характер нарастания интенсивности молоковыведения, были приняты различные массы грузового элемента, которым соответствуют соответствующий объем жидкости в молоколовушке, и, следовательно, уровень жидкости h в ней [34].

Вес (массу) грузового элемента, соответствующую вышеуказанному уровню жидкости в молоколовушке, определяли теоретически по формуле (2.20) главы 2 и экспериментально по схеме, представленной в разделе 3.1 (рис. 3.6-3.7). Для этого составной грузовой элемент собирали набором шайб из нержавеющей стали, масса которых составляет $m = 0,020$ кг. Предварительно теоретически были определены некоторые различные массы грузового элемента. После этого проводили тарировку крана водопроводной сети путем определения объема выведенной воды за определенный промежуток времени. Опыт по определению массы грузового элемента и соответствующего ему объема жидкости в молоколовушке, при котором происходит ее опрокидывание проводили при интенсивности истечения воды равной 0,9 л/мин.

С целью сокращения времени опыта был проведен однофакторный эксперимент. Для этого открывали и устанавливали водопроводный кран в установленное тарированное положение. По факту опрокидывания молоколовушки закрывали кран и с помощью мерной колбы определяли объем выведенной жидкости и ее массу. Далее с помощью лабораторных весов ВЛКТ-500 определяли массу грузового элемента. Таким образом было проведено 5 опытов с трехкратной повторностью. Далее по измеренному объему жидкости определяли соответствующий ему уровень жидкости в молоколовушке. После этого в программе Microsoft Excell строили графическую зависимость уровня жидкости в молоколовушке от массы грузового элемента, по которой путем ее аппроксимации получали массу груза, соответствующий уровням жидкости h в молоколовушке.

Методика определения времени отключения высокочастотного блока вибропульсатора следующая.

Продолжительность работы высокочастотного блока вибропульсатора зависит от интенсивности выведения жидкости, величины вакуумметрического давления в доильном ведре, объема молоколовушки 1 и диаметра отверстия жиклера в ней, соотношения длины плеч коромысел 7 и 8, массы грузового элемента 9, которому соответствует определенный уровень жидкости в молоколовушке. (см. рис. 3.15). Для упрощения лабораторных исследований было взято три изменяемых параметра: интенсивность выведения жидкости, диаметр отверстия жиклера в молоколовушке и масса грузового элемента. Для выявления характерной зависимости интенсивности молоковыведения, диаметра отверстия в молоколовушке и массы грузового элемента на время работы высокочастотного блока пульсатора, а также с целью сокращения опыта был проведен трехфакторный трехуровневый эксперимент 3^3 .

Время работы высокочастотного блока пульсатора, фиксируемое по факту опрокидывания молоколовушки, наблюдаемому через прозрачный материал молокоприемника, когда аппарат переходил на обычный двухтактный режим работы, определяли при помощи секундомера.

Испытание доильного аппарата осуществлялось по схеме, представленной в разделе 3.1 (рис. 3.8).

Имитацию различной интенсивности выведения жидкости, имитирующей молоко, проводили путем установки насадки диаметром $d = 2$ мм в имитаторы сосков искусственного вымени и тарирования пробкового крана, установленного на входе в искусственное вымя [133].

Предварительно проводили тарировку вышеупомянутого пробкового крана, для чего откачивали жидкость из искусственного вымени лабораторной установки в доильное ведро с измерением его объема с помощью мерной колбы, а также времени выведения жидкости по секундомеру, и по формуле (3.5) определяли пропускную способность. Использовали 2 тарировки пробкового крана при вакуумметрическом давлении 38 кПа и включенном стимулирующем блоке пульсатора и при вакуумметрическом давлении 48 кПа и выключенном стимулирующем блоке пульсатора.

Для определения отсасывающей способности МСДА, при которой происходит включение высокочастотного блока пульсатора, вращением пробкового крана снижали пропускную способность экспериментальной установки до возвращения молоколовушки в исходное состояние, которое фиксировалось визуально через прозрачный материал молокоприемника. По ранее оттарированной шкале крана определяли величину отсасывающей способности МСДА.

Для математического моделирования зависимости времени работы высокочастотного блока пульсатора от параметров блока управления режимом доения использовали теорию планирования эксперимента.

Для этого в качестве критерия оптимизации было взято время работы высокочастотного блока пульсатора.

Опыты проводились с трехкратной повторностью, порядок проведения опытов определялся рандомизацией. В таблице 3.1 представлен план Бокса-Бенкина для трех факторов.

Таблица 3.1 - Матрица планирования эксперимента

№ опыта	X_1	X_2	X_3
1	+	+	0
2	-	-	0
3	+	-	0
4	-	+	0
5	+	0	+
6	-	0	-
7	+	0	-
8	-	0	+
9	0	+	+
10	0	-	-
11	0	+	-
12	0	-	+
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

Уровни варьирования факторов, которые использованы при проведении исследований, выбраны на основании проведенного обзора и теоретических исследований (табл. 3.2).

Таблица 3.2 - Уровни варьирования для трех факторов

Наименование фактора	Кодированное обозначение	Интервал варьирования	Уровни варьирования		
			-1	0	+1
1. Диаметр жиклера, d , м	X_1	0,1	0,005	0,006	0,007
2. Интенсивность выведения жидкости Q , л/мин	X_2	0,25	0,50	0,75	1
3. Масса грузового элемента $m_{гп}$, кг	X_3	0,03	0,53	0,56	0,59

3.2.6 Методика определения геометрических параметров устройства переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума

Конструктивные размеры мембраны, установленного в верхней части устройства переключения магнитного клапана, были последовательно определены исходя из конструктивных соображений. Предварительно теоретически были определены некоторые различные массы грузового элемента магнитного клапана, соответствующие различным диаметрам мембраны по формуле (2.30). Опыт по определению диаметра мембраны и соответствующей ему массы грузового элемента, при котором происходит уравнивание сил проводили при вакуумметрическом давлении равном 48 кПа.

С целью определения геометрических параметров устройства был проведен однофакторный эксперимент. Для этого подключали к вакуумпроводу устройство переключения магнитного клапана, на которое к втулке клапана подвешивали через подвесное устройство сменные грузы. Подбирая массу груза, устанавливали мембрану в первоначальное положение. Далее с помощью лабораторных весов ВЛКТ-500 определяли массу грузового элемента. Таким образом было проведено 3 опыта с различным диаметром мембраны с трехкратной повторностью.

4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТИМУЛИРУЮЩЕГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

4.1 Результаты лабораторных исследований

4.1.1 Результаты измерения и анализа циклических колебаний давления в доильных стаканах, вызванных вибропульсатором с отключаемым высокочастотным блоком

Предварительные испытания вибропульсатора показали, что он стабильно работает при вакуумметрическом давлении в интервале 33-40 кПа с включенным высокочастотным блоком вибропульсатора, обеспечивая массаж сосков в такте сосания путем микроколебаний сосковой резины, находящейся в полусжатом состоянии, что ощущается большим пальцем руки.

Также вибропульсатор обеспечивает стабильную работу в пульсирующем режиме с отключенным высокочастотным блоком.

Однако при переходе с одного режима работы на другой и варьировании вакуумметрического давления несколько изменяются частота пульсаций и соотношение тактов.

Поэтому проводились измерения колебаний, вызванных модернизированным вибропульсатором. Измерения и анализ циклических колебаний давления в доильных стаканах осуществляли в соответствии с методикой, изложенной в разделе 3.2.2 главы 3 [73].

Для выполнения программы исследований был изготовлен опытный образец вибропульсатора с отключаемым высокочастотным блоком (см. рис. 3.16), разработан специальный стенд с использованием прибора «PulsoTest Comfort» (см. рис. 3.2, 3.3).

Осциллограммы циклических колебаний в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов испытываемого аппарата (рис. В 1, В 2 Прил. В) в основном режиме при вакуумметрическом давлении 48 кПа и отключенном высокочастотном блоке вибропульсатора и стимулирующем режиме при вакуумметрическом давлении 38 кПа и включенном высокочастотном блоке виб-

ропульсатора представлены на рис. 4.1-4.2, а максимальные и минимальные величины вакуума в вышеуказанных камерах, частота пульсаций, соотношение и длительность фаз, а также продолжительность рабочего цикла в таблице 4.1.

Осциллограммы циклический колебаний в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов аппарата «Нурлат» (табл. Г 1, Г 2 Прил. Г) в основном режиме при вакуумметрическом давлении 48 кПа и стимулирующем режиме при вакуумметрическом давлении 33 кПа представлены на рис. 4.3-4.4, а максимальные и минимальные величины вакуума в вышеуказанных камерах, частота пульсаций, соотношение и длительность фаз, а также продолжительность рабочего цикла в таблице 4.2.

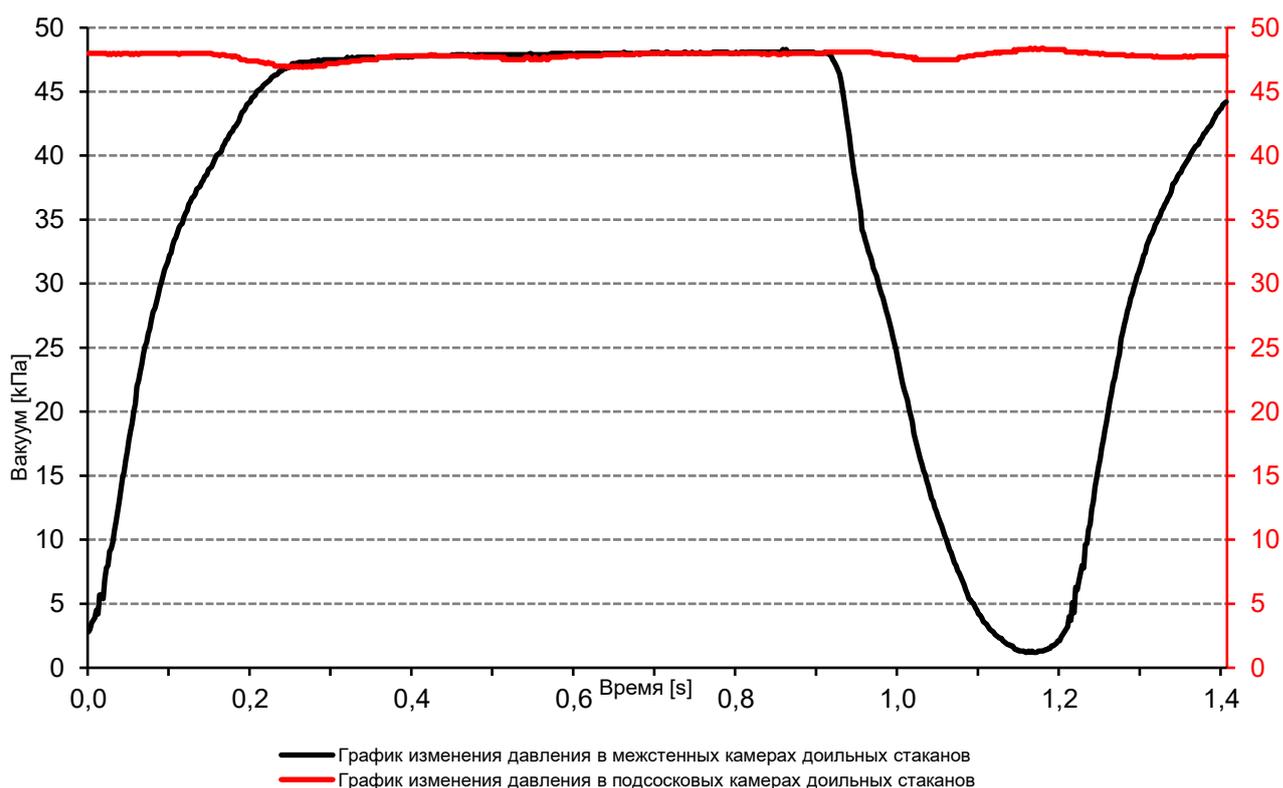


Рисунок 4.1 - Осциллограммы циклический колебаний в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов МСДА при вакуумметрическом давлении 48 кПа и отключенном высокочастотном блоке вибропульсатора

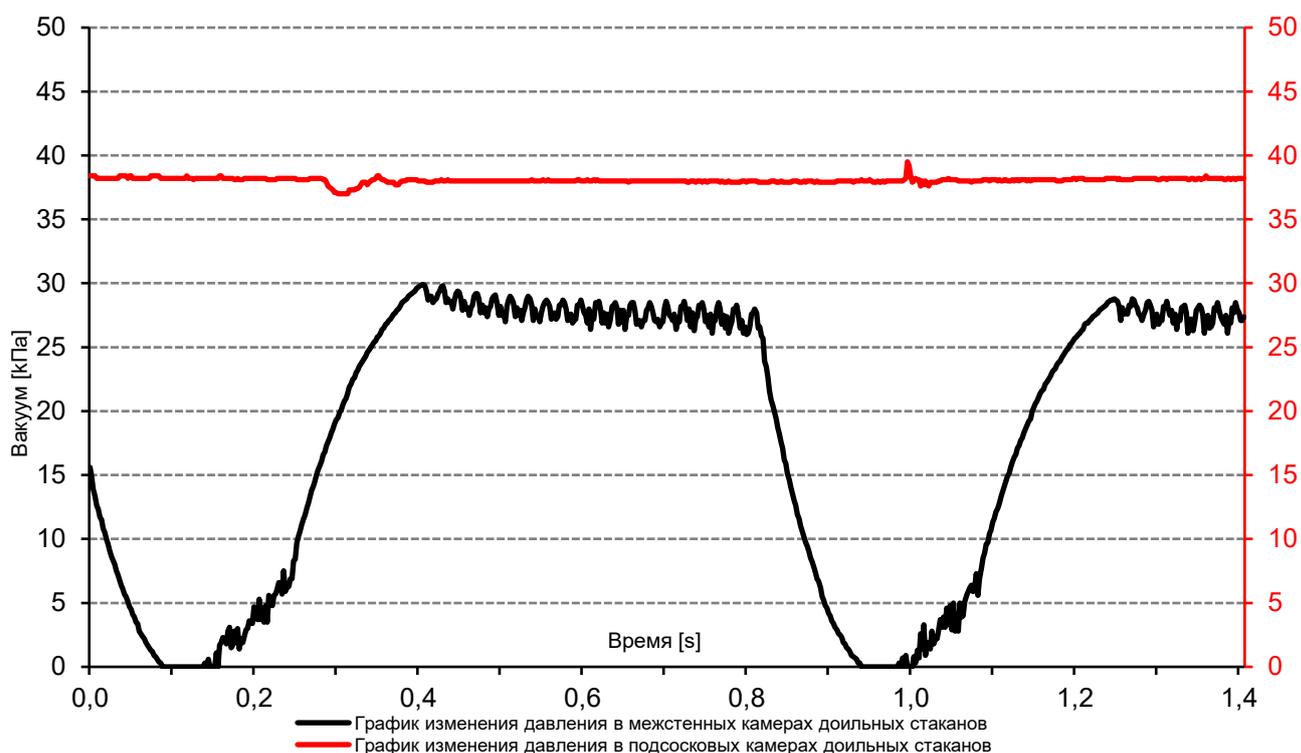


Рисунок 4.2 - Осциллограммы циклический колебаний в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов МСДА при вакуумметрическом давлении 38 кПа и включенном высокочастотном блоке вибропульсатора

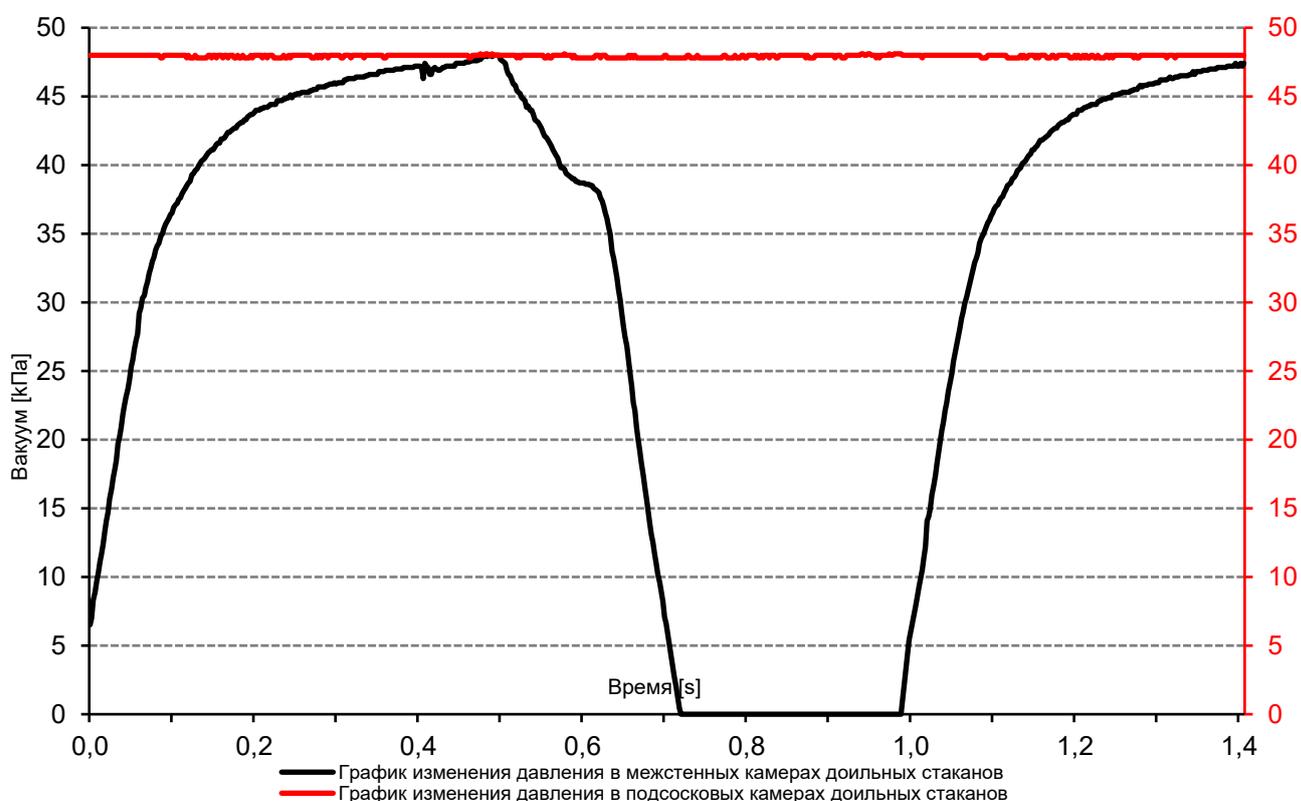


Рисунок 4.3 - Осциллограммы циклический колебаний в камерах доильных стаканов аппарата «Нурлат» при вакуумметрическом давлении 48 кПа

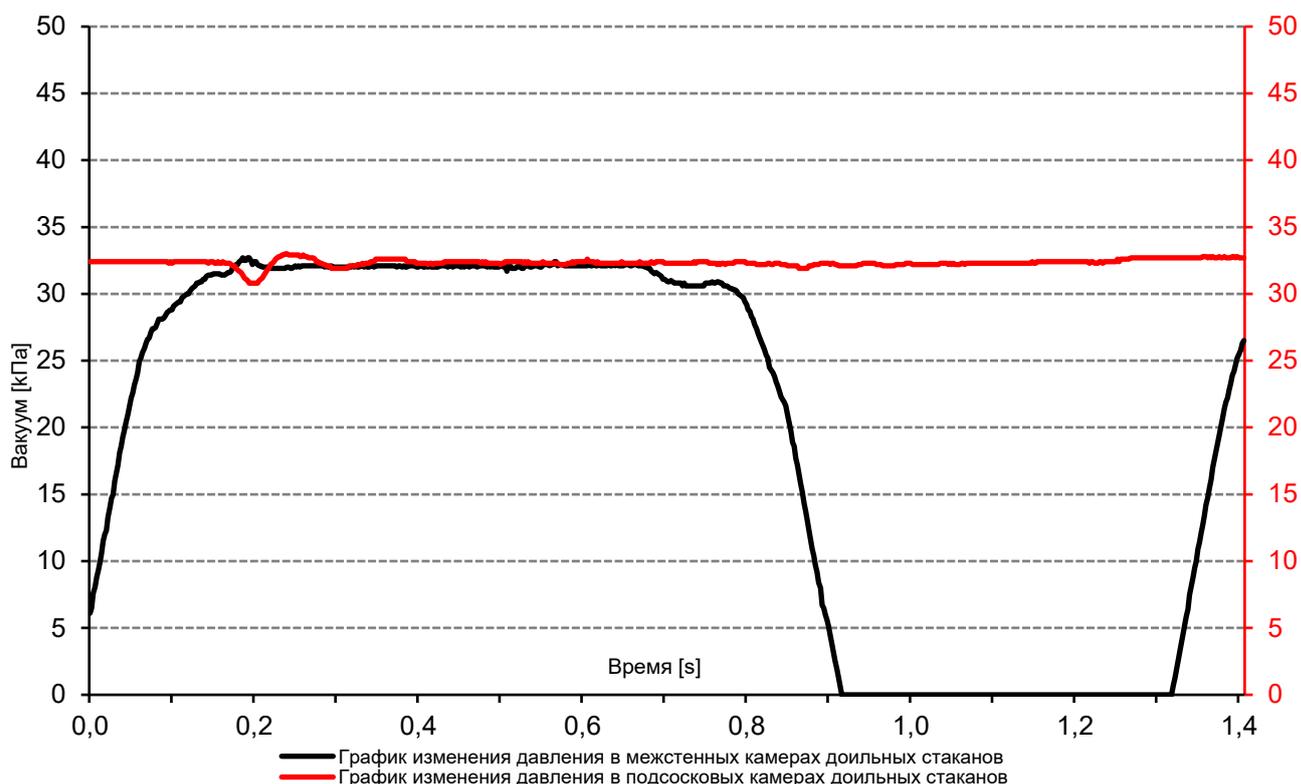


Рисунок 4.4 - Осциллограммы циклический колебаний в камерах доильных стаканов аппарата «Нурлат» при вакуумметрическом давлении 33 кПа

Таблица 4.1 Параметры циклических колебаний в камерах доильных стаканов экспериментального доильного аппарата (МСДА)

Показатели		Режим работы			
		Основной		Стимулирующий	
		межстенная камера	подсосковая камера	межстенная камера	подсосковая камера
Величина вакуума [кПа]	max	48,1	48,2	29,9	38,4
	min	0,9	46,1	0,0	37,7
Частота пульсаций, Гц (мин ⁻¹)		0,84 (50,3)		1,15 (70,3)	
Соотношение фаз (%)	сосания	75		70	
	сжатия	25		30	
Фазы фракция (%)	A	14,6		14,4	
	B	60,6		55,7	
	C	14,7		10,9	
	D	9,1		19,1	
Длительность фаз (мс)	A	190		119	
	B	736		462	
	C	179		90	
	D	110		158	
Продолжительность рабочего цикла (мс)		1215		829	

Таблица 4.2 Параметры циклических колебаний в камерах доильных стаканов доильного аппарата «Нурлат»

Показатели		Режим работы			
		Основной		Стимулирующий	
		межстенная камера	подсосковая камера	межстенная камера	подсосковая камера
Величина вакуума [кПа]	max	48,1	48,1	32,7	33,0
	min	0	47,9	0,0	30,8
Частота пульсаций, Гц (мин ⁻¹)		0,99 (59,3)		0,74 (44,4)	
Соотношение фаз (%)	сосания	55		60	
	сжатия	45		40	
Фазы фракция (%)	A	18,7		6,1	
	B	36,3		53,9	
	C	15,0		6,8	
	D	30,1		33,1	
Длительность фаз (мс)	A	192		83	
	B	362		728	
	C	165		92	
	D	310		447	
Продолжительность рабочего цикла (мс)		1029		1350	

Анализ табл. 4.1 показывает, что изменение вакуумметрического давления и включение (выключение) высокочастотного блока вибропульсатора приводят к изменению режимных параметров разрабатываемого аппарата. Так, при вакуумметрическом давлении $P=48$ кПа и отключенном высокочастотном блоке вибропульсатора частота пульсаций n составляет 0,84 Гц (50,3 мин⁻¹), соотношение фаз (%) сосания и сжатия – 75/25, продолжительность рабочего цикла $t_{ц}$ – 1,215 с. При вакуумметрическом давлении $P=38$ кПа и включенном высокочастотном блоке вибропульсатора частота пульсаций n составляет 1,15 Гц (70,3 мин⁻¹), соотношение фаз (%) сосания и сжатия – 70/30, продолжительность рабочего цикла $t_{ц}$ – 0,829 с.

В аппарате МСДА (рис. 4.1) при переходе на такт сжатия, наблюдается интенсивное нарастание перепада давлений между межстенными и подсосковыми камерами доильных стаканов, причем при нулевой ин-

тенсивности выведения жидкости величина вакуума под соском почти не изменяется.

Анализ табл. 4.2 показывает, что в аппарате «Нурлат» при вакуумметрическом давлении $P=48$ кПа частота пульсаций n составляет 0,99 Гц ($59,3 \text{ мин}^{-1}$), соотношение фаз (%) сосания и сжатия – 55/45, продолжительность рабочего цикла $t_{ц}$ – 1,02 с, а при вакуумметрическом давлении $P=33$ кПа частота пульсаций n составляет 0,74 Гц ($44,5 \text{ мин}^{-1}$), соотношение фаз (%) сосания и сжатия – 60/40, продолжительность рабочего цикла $t_{ц}$ – 1,35 с.

4.1.2 Результаты исследований по определению пропускной способности и выявлению рациональных режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата

Лабораторные исследования отсасывающей способности разрабатываемого доильного аппарата проводились согласно методики, описанной в разделе 3.2.4 главы 3.

Для проведения опытов использовали специальную установку, включающую стенд «Искусственное вымя», испытываемый доильный аппарат, регулятор вакуума, вакуумметр, молокомер, кран, резервуар, секундомер, прибор «PulsoTest Comfort» (рис. 3.4-3.5).

Результаты опытов по определению пропускной способности многофункционального стимулирующего доильного аппарата в стимулирующем режиме с включенным высокочастотным блоком вибропульсатора при вакуумметрическом давлении 32, 34, 36 и 38 кПа, и в основном режиме с отключенным высокочастотным блоком вибропульсатора при вакуумметрическом давлении 48 кПа представлены в таблице 4.3. Результаты опытов по определению пропускной способности трехфазного аппарата «Нурлат» при вакуумметрическом давлении 32, 34, 36, 38 и 48 кПа представлены в таблице 4.4.

Расчетные графические зависимости, построенные по результатам опытов, представлены на рис. 4.5.

Таблица 4.3 - Результаты опытов по определению пропускной способности Q (л/мин) доильного аппарата МСДА

Показатели	Величина вакуумметрического давления при режиме работы, кПа				
	Основном	Стимулирующем			
		48	32	34	36
1 опыт	5,52	3,62	4,02	4,42	4,83
2 опыт	5,48	3,58	3,99	4,39	4,81
3 опыт	5,49	3,61	3,98	4,38	4,79
Среднее значение	5,50	3,60	4,00	4,40	4,81

Таблица 4.4 - Результаты опытов по определению пропускной способности Q (л/мин) доильного аппарата «Нурлат»

Показатели	Величина вакуумметрического давления, кПа				
	32	34	36	38	48
1 опыт	3,47	3,75	3,92	4,15	5,17
2 опыт	3,53	3,72	3,97	4,23	5,2
3 опыт	3,51	3,77	3,96	4,21	5,23
Среднее значение	3,50	3,75	3,95	4,20	5,2

Анализ графических зависимостей показывает, что с повышением вакуумметрического давления повышается пропускная способность аппарата. Кроме того, при одинаковом уровне вакуумметрического давления у аппарата попарного доения «Нурлат» отсасывающая способность меньше, чем у экспериментального, несмотря на полужатое состояние сосковой резины в последнем и составляет при вакуумметрическом давлении 32 кПа соответственно 3,5 и 3,6 л/мин, а при вакуумметрическом давлении 38 кПа – 4,2 и 4,8 л/мин. Связано это с тем, что в аппарате «Нурлат» по сравнению с экспериментальным аппаратом меньше продолжительность такта сосания (60 против 70%) и частота пульсаций (44,4 против 70,3 мин⁻¹), а также с тем, что при выведении жидкости средний перепад давления между межстенными и подсосковыми камерами в период такта сосания снижается до 1,57 кПа (табл. 4.1-4.2) [73].

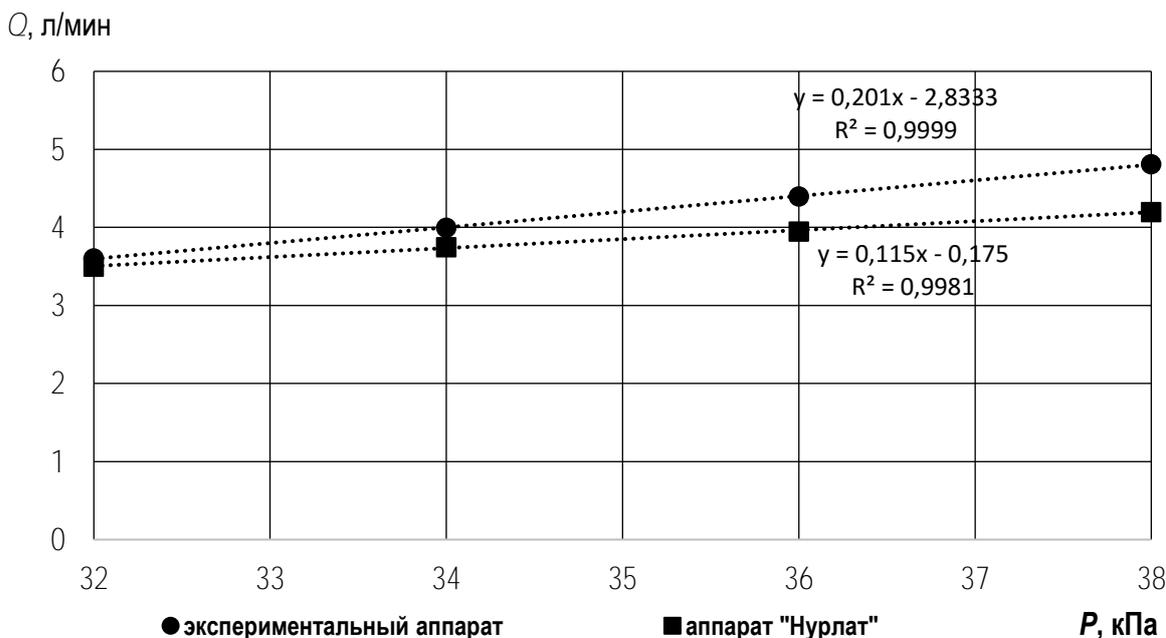


Рисунок 4.5 - Расчетные графические зависимости пропускной способности доильных аппаратов от вакуумметрического давления

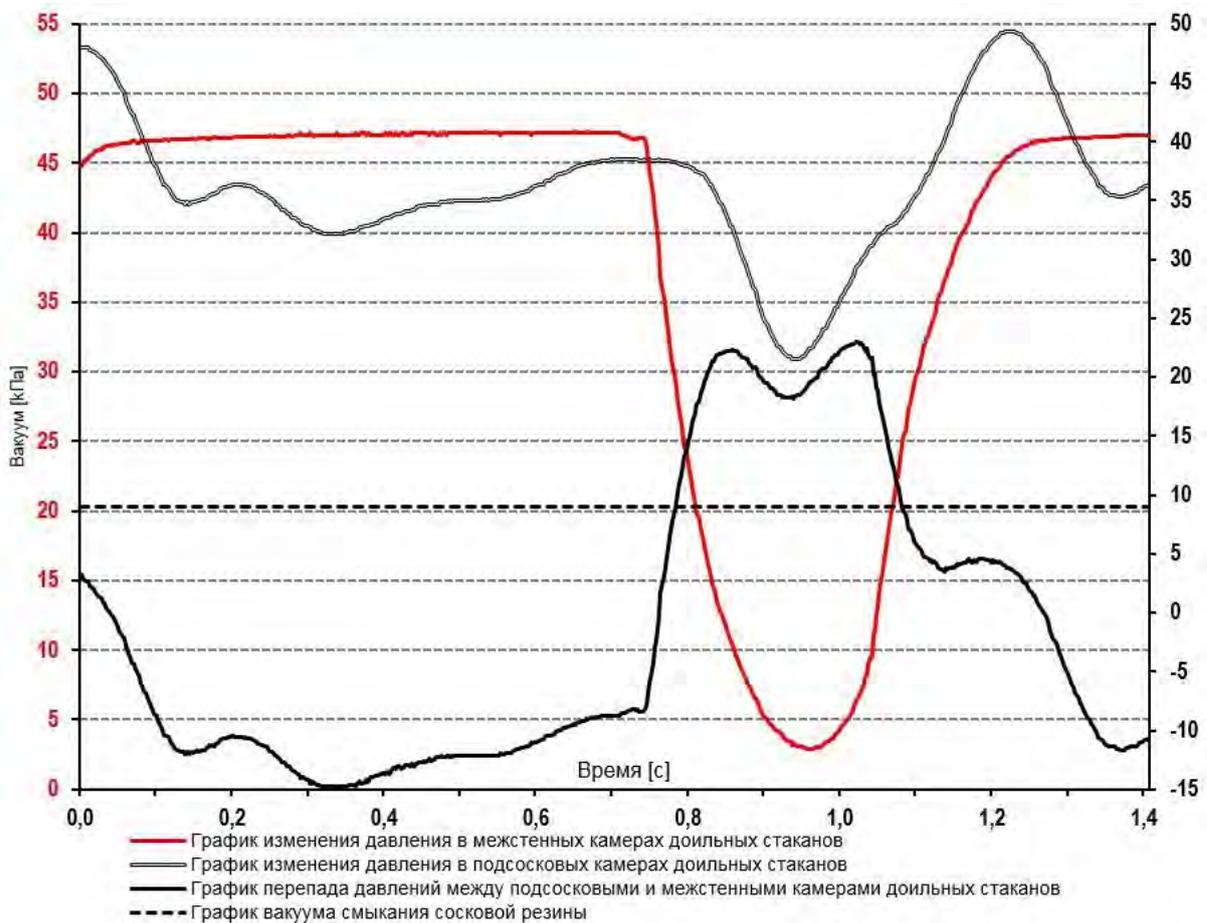
В связи с тем, что экспериментальный доильный аппарат предполагается использовать не только в трехфазном режиме с управляемой стимуляцией, но и в режиме постоянной стимуляции молокоотдачи для раздоя новотельных коров, уровень низкого вакуума предлагается повысить с 33 кПа до 38 кПа для сохранения достаточной пропускной способности аппарата.

В ходе экспериментальных исследований были получены осциллограммы изменения давления в камерах доильных стаканов экспериментального (МСДА) аппарата в щадящем режиме доения с включенным высокочастотным блоком вибропульсатора при вакуумметрическом давлении 38 кПа и в основном режиме доения с отключенным высокочастотным блоком вибропульсатора при вакуумметрическом давлении 48 кПа при выведении жидкости, имитирующей молоко, интенсивностью равной соответственно 4.8 и 5.5 л/мин (табл. Д 1, Д 2 Прил. Д), которые представлены на рис. 4.6 [73].

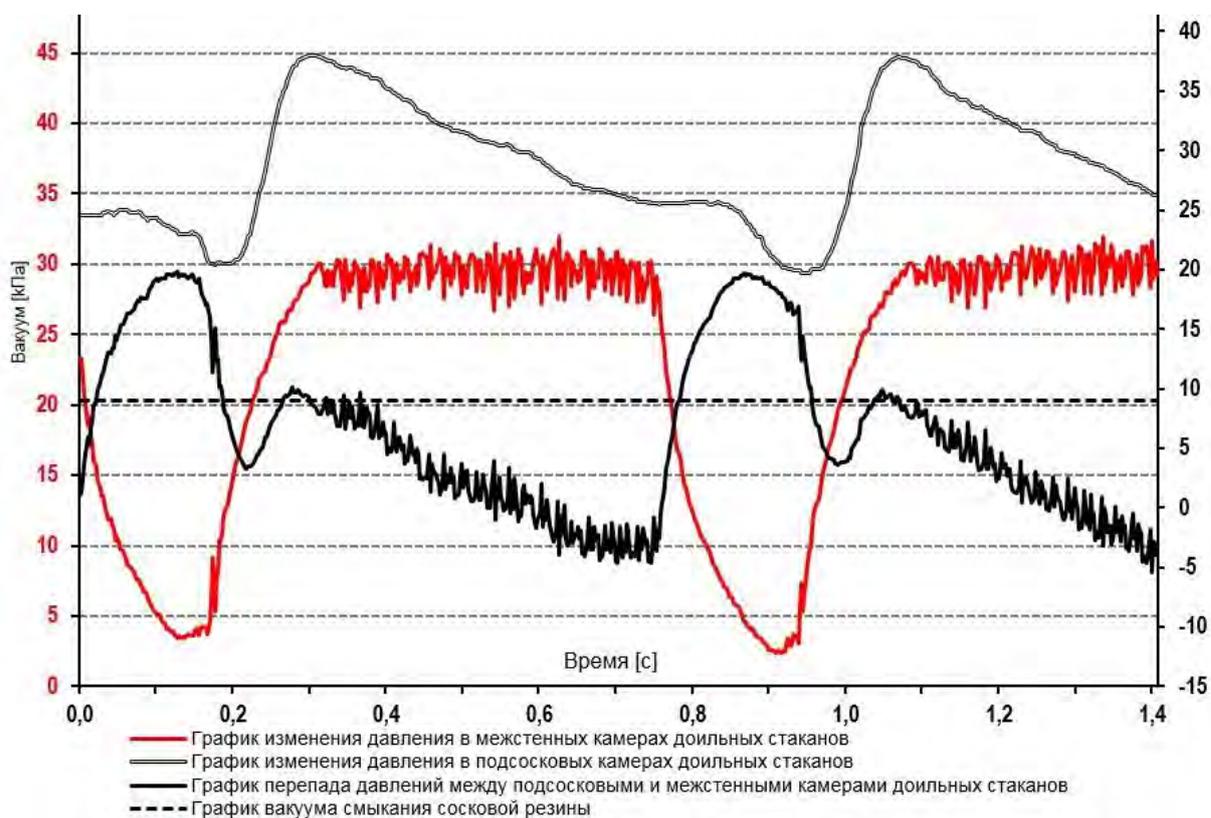
Также были получены осциллограммы изменения давления в камерах доильных стаканов аппарата «Нурлат» при вакуумметрическом давлении 33 кПа и при вакуумметрическом давлении 48 кПа при выведении жидкости, имитирующей молоко, интенсивностью равной соответственно 3,6 и 5.2 л/мин (табл. Е 1, Е 2 Прил. Е), которые представлены на рис. 4.7.

Далее был проведен расчет физиологических параметров воздействия доильных раздражителей на молочную железу (максимального давления на сосок P_{max} , минутной F_m и полной F_d вакуумной нагрузки, а также максимального растягивающего усилия $F_{p.max}$) с использованием осциллограмм доения и согласно методики, изложенной в разделе 3.2.3 главы 3.

Результаты расчетов и сравнительной оценки соответствия конструктивно-режимных параметров разрабатываемого и базового доильных аппаратов физиологическим параметрам лактирующего животного с нормами международного стандарта ISO 5707-87 в низковакуумном стимулирующем и основном режиме доения представлены в таблица 4.5-4.6.

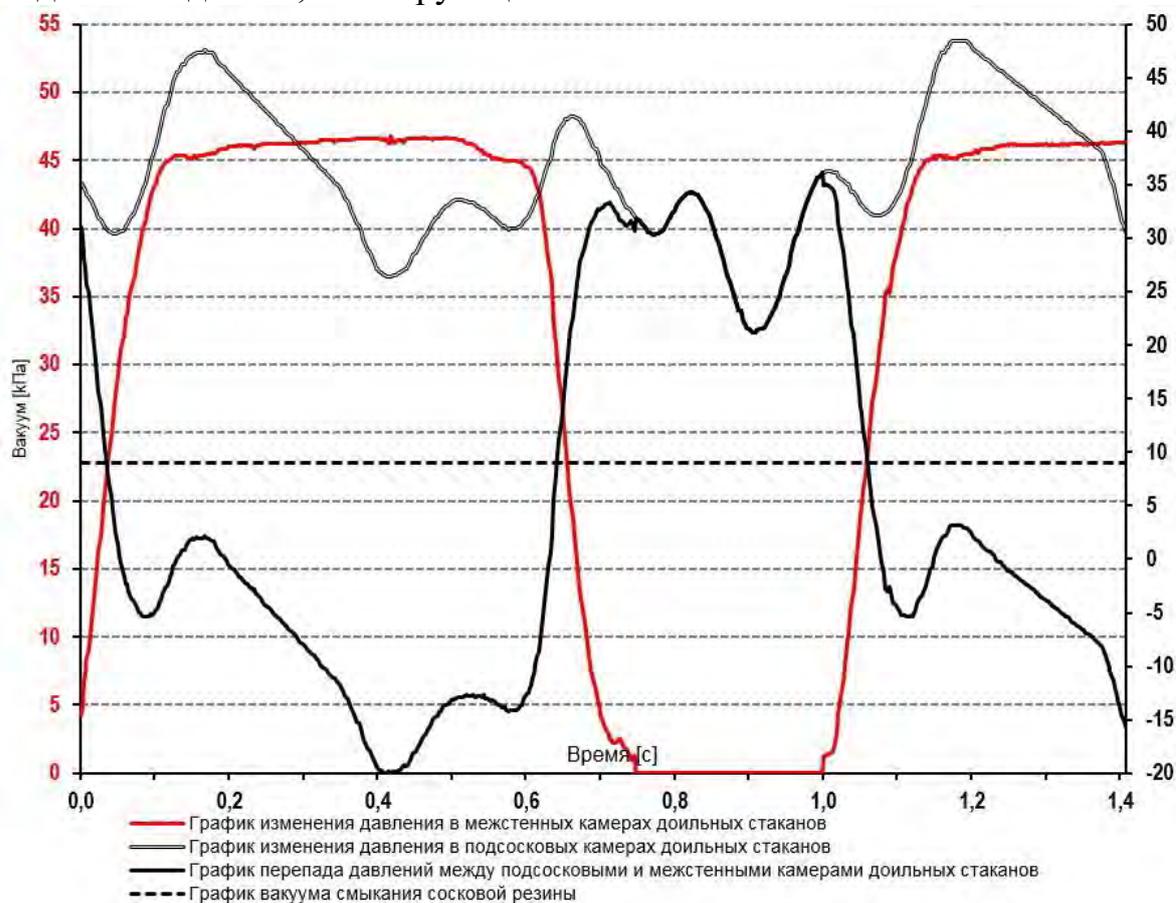


Примечание. График изменения давления в межстенных камерах доильных стаканов соответствует левой оси ординат, остальные графики – правой оси ординат



б)

Рисунок 4.6 - Осциллограмма изменения давления в камерах доильных стаканов аппарата МСДА в основном (а) и стимулирующем (б) режиме доения при выведении жидкости, имитирующей молоко



а)

Примечание. График изменения давления в межстенных камерах доильных стаканов соответствует левой оси ординат, остальные графики – правой оси ординат

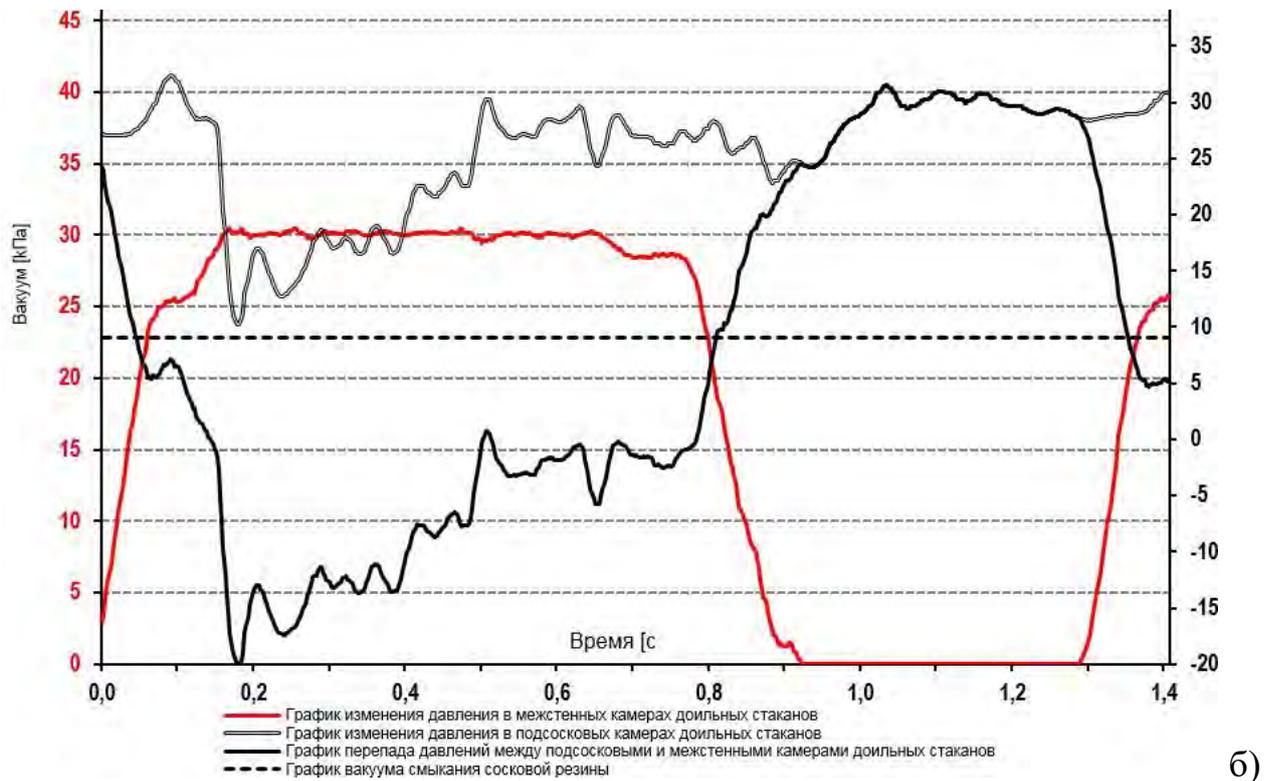


Рисунок 4.7 - Осциллограмма изменения давления в камерах доильных стаканов аппарата «Нурлат» в основном (а) и стимулирующем (б) режиме доения при выведении жидкости, имитирующей молоко

Таблица 4.5 – Результаты сравнительной оценки разрабатываемого и базового доильных аппаратов в низковакуумном стимулирующем режиме доения

Показатели	P_{max} , кПа	F_m , Н·с	$F_{p,max}$, Н
Экспериментальный аппарат	10,8	582,5	13,1
Аппарат «Нурлат»	22,5	534,1	11,2
Норма стандарта ISO 5707-87	–	700...1200	≤ 17

Таблица 4.6 – Результаты сравнительной оценки разрабатываемого и базового доильных аппаратов в основном режиме доения

Показатели	P_{max} , кПа	F_m , Н·с	F_d , Н·с	$F_{p,max}$, Н
Экспериментальный аппарат	14,0	765,8	4594,8	17,0
Аппарат «Нурлат»	27,1	747,2	4483,2	16,8
Норма стандарта ISO 5707-87	–	700...1200	3600...6000	≤ 17

Анализ таблиц показывает, что параметры воздействия на молочную железу экспериментального и базового аппаратов в стимулирующем и основном режиме доения не превышают установленных пределов норм международного стандарта ISO 5707-87, однако массаж сосков у разрабатываемого аппарата более физиологичный (в низковакуумном режиме давление на сосок 10,8 кПа против 22,5 кПа, а в основном режиме доения – 14 кПа против 27,1 кПа) при более эффективном выведении жидкости, имитирующей молоко.

В таблице 4.7 приведены режимные параметры экспериментального доильного аппарата.

Таблица 4.7 – Основные режимные параметры экспериментального доильного аппарата

№	Наименование	Единица измерения	Рациональные значения
1	Рабочее вакуумметрическое давление	кПа	48 ⁺²
2	Количество ступеней уровня вакуума		2
3	Режим доения		2 режима: трехфазный однофазный
4	Вакуумметрическое давление, создаваемое аппаратом: фаза стимуляции фаза основного доения фаза додаивания	кПа	38 ⁺² 48 ⁺² 38 ⁺²
5	Частота пульсаций: фаза стимуляции фаза основного доения фаза додаивания	Гц (мин ⁻¹)	1,15 (70) 0,84 (50) 1,15 (70)
6	Соотношение относительной длительности тактов, фаза стимуляции фаза основного доения фаза додаивания	%	70/30 75/25 70/30

4.1.3 Результаты исследований по определению времени отключения высокочастотного блока вибропульсатора и выявления конструктивно-режимных параметров блока управления режимом доения

Исследования по определению времени отключения высокочастотного блока модернизированного вибропульсатора проводили в соответствии с методикой, изложенной в разделе 3.2.5 главы 3.

Для определения массы груза молоколовушки использовали лабораторную установку, включающую крышку доильного ведра разрабатываемого доильного аппарата с блоком управления режимом доения, кран водопроводной сети, мерную колбу и весы лабораторные «ВЛКТ-500» (рис. 3.6-3.7).

Конструктивные размеры блока управления режимом доения, определенные исходя из конструктивных соображений путем 3D-моделирования в программе «Компас 3D» и экспериментальным путем с использованием измерительных приборов представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 - Конструктивные размеры блока управления режимом доения

Наименование	В «Компас 3D»	Экспериментально
Масса молоколовушки, m_m , кг	0,046	0,046
Объем молоколовушки, V , м ³	0,000253	0,000253
Площадь сечения молоколовушки, $S_{мол}$, м ²	0,003621	0,003621
Длина коромысла молоколовушки L_1 , м	0,072	0,072
Длина коромысла грузового элемента L_2 , м	0,031	0,031
L_3 , м	0,035	0,035
L_4 , м	0,094	0,094
Масса коромысла молоколовушки m_{cm1} , кг	0,016	0,016
Масса коромысла грузового элемента m_{cm2} , кг	0,00795	0,0077
Масса вала грузового элемента $m_{сп}$, кг	0,08	0,0775

Результаты опытов по определению уровня жидкости h в молоколовушке, при котором происходит ее опрокидывание (табл. Ж 3 Прил. Ж), представлены в таблице 4.9 и при обработке в Microsoft Excell достаточно точно ($R^2 = 0,98$) могут быть представлены уравнением регрессии [34, 42]

$$m_{gp} = 3,9194 h + 0,3461 \quad (4.1)$$

где h – уровень жидкости в молоколовушке, м; m_{gp} – масса грузового элемента, кг.

Графическая зависимость уровня жидкости в молоколовушке от массы грузового элемента представлена на рис. 4.8.

Таблица 4.9 - Результаты опытов по определению уровня жидкости в молоколовушке, при котором происходит ее опрокидывание

№ опыта	Уровень жидкости в молоколовушке h , м	Масса грузового элемента m_{gp} , кг	Количество наборных шайб n , шт
1	0,049	0,523	23
2	0,052	0,540	24
3	0,056	0,562	25
4	0,059	0,579	26
5	0,062	0,595	27

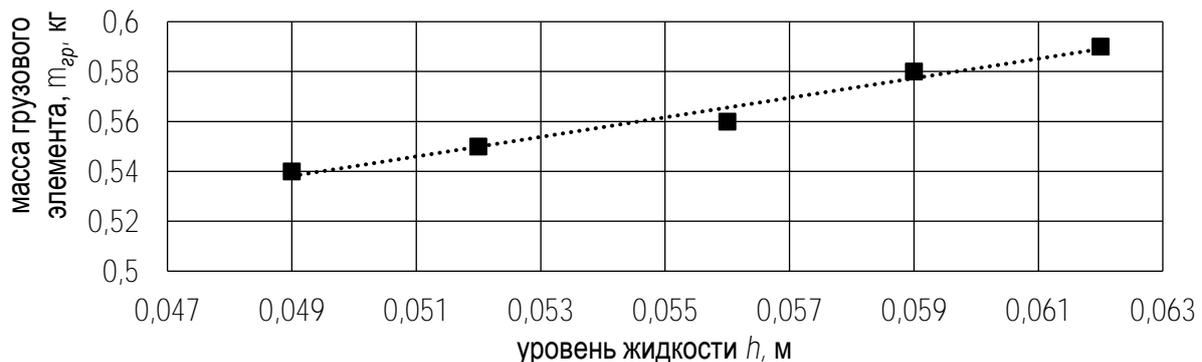


Рис. 4.8 Графическая зависимость уровня жидкости в молоколовушке от массы грузового элемента

В результате анализа графической зависимости были выбраны три следующие различные массы грузового элемента равные 0,523; 0,562; 0,595 кг соответствующие трем уровням жидкости в молоколовушке равным 0,049; 0,056; 0,062 м, необходимые для дальнейших экспериментальных исследований.

Для определения времени отключения высокочастотного блока вибропульсатора использовали лабораторную установку, включающую «Искусственное вымя», тарированный кран, испытываемый доильный аппарат, регулятор вакуума, вакуумметр, вакуумный кран, секундомер и резервуар (рис. 3.8-3.9). Доильный аппарат МСДА в трехфазном режиме с управляемой стимуляцией должен обеспечивать стимуляцию рефлекса молокоотдачи в течение 20...30 с в начале доения, затем осуществлять быстрое выведение молока и при падении интенсивности молоковыведения до 0,5 кг/мин проводить машинное додаивание.

Уровни варьирования факторов, выбранные на основании проведенного обзора и теоретических исследований, приведены в таблице 3.4 главы 3 и составили при пропускной способности МСДА 0,5; 0,75 и 1,0 кг/мин, в которой предположительно должно происходить отключение высокочастотного блока вибропульсатора, для диаметров отверстий в жиклерах молоколовушки – 0,005, 0,006 и 0,007 м, для массы грузового элемента – 0,52; 0,56 и 0,60 кг.

Рабочая матрица планирования Бокса-Бенкина (вида 3^3) и результаты опытов по определению времени работы высокочастотного блока вибропульсатора представлены в таблице 4.10 [70]. Опытные данные приведены в табл. Ж 1, Ж 2 Прил. Ж.

Таблица 4.10 - Рабочая матрица планирования и результаты опытов

№	Факторы эксперимента			Критерий
	Диаметр жиклера, $d_{ж}, м$	Интенсивность выведения жидкости $Q, л/мин$	Масса грузового элемента $m_{гр}, кг$	Время работы высокочастотного блока $t_c, с$
	X_1	X_2	X_3	Y
1	0,007	1	0,562	30
2	0,005	0,5	0,562	33
3	0,007	0,5	0,562	54
4	0,005	1	0,562	20
5	0,007	0,75	0,595	49
6	0,005	0,75	0,523	23
7	0,007	0,75	0,523	36
8	0,005	0,75	0,595	30
9	0,006	1	0,595	28

№	Факторы эксперимента			Критерий
	Диаметр жиклера, $d_{жк}$, м	Интенсивность выведения жидко- сти Q , л/мин	Масса грузового элемента $m_{гр}$, кг	Время работы вы- сокочастотного блока t_c , с
	X_1	X_2	X_3	Y
10	0,006	0,5	0,523	41
11	0,006	1	0,523	22
12	0,006	0,5	0,595	50
13	0,006	0,75	0,562	32
14	0,006	0,75	0,562	33
15	0,006	0,75	0,562	31

Для аппроксимации экспериментальных данных использовалась компьютерная программа «Статистика 12» [140].

В результате аппроксимации результатов измерений (рис. Ж 1 Прил. Ж) получено уравнение регрессии для определения времени работы высокочастотного блока вибропульсатора, которое в кодированном виде имеет вид [34]

$$y = 32,0 + 7,875 x_1 - 9,75x_2 + 4,37 x_3 - 2,75 x_1 x_2 + 1,5 x_1 x_3 - 0,75 x_2 x_3 + 0,75 x_1^2 + 1,5 x_2^2 + 1,75 x_3^2 \quad (4.2)$$

В раскодированном виде уравнение регрессии приобретает вид:

$$t_c = 555,80 - 15986,74 d_{жк} + 35,0 Q - 1903,96 m_{гр} - 11000 d_{жк} Q + 41234,1 d_{жк} m_{гр} - 78,43 Q m_{гр} + 750000 d_{жк}^2 + 24,0 Q^2 + 1643,0 m_{гр}^2 \quad (4.3)$$

где $d_{жк}$ – диаметр жиклера, м;

Q – интенсивность выведения жидкости, л/мин;

$m_{гр}$ – масса грузового элемента, кг.

Полученное уравнение регрессии позволяет определить время работы высокочастотного блока многофункционального стимулирующего доильного аппарата в пределах вышеуказанных уровней варьирования факторов эксперимента.

Доказана существенность 9-и коэффициентов уравнения регрессии (Прил. 3). Обоснована однородность коэффициентов уравнения регрессии по критерию Кохрена (Прил. И).

Анализ сходимости уравнения регрессии и опытных данных по критерию Фишера показывает, что гипотеза об адекватности модели принимается (дис-

персия воспроизводимости $S^2 = 3,377$; дисперсия адекватности $\sigma_{ад}^2 = 4,35$; число степеней свободы ($\gamma_1 = 6$ и $\gamma_2 = 30$); $1,287 = \frac{4,35}{3,377} \leq 2,42$; Прил. К).

Фиксация на нулевом уровне одного из факторов эксперимента (табл. 4.11) и варьирование остальных двух факторов позволяет получить поверхности отклика и их сечения по данному уравнению регрессии.

Таблица 4.11 - Матрица фиксации факторов на нулевом уровне

№	ФАКТОРЫ		
	$d_{жс}$, м	Q , л/мин	$m_{гр}$, кг
1.	0	+	+
2.	+	0	+
3.	+	+	0

Согласно таблицы 4.11 для 1-го варианта диаметр жиклера $d_{жс} = 0,006$ м.

В таком случае уравнение регрессии (4.3) приобретает вид:

$$t_c = 467,94 - 23,78Q - 1600,1 m_{гр} - 90,9Q m_{гр} + 23,91 Q^2 - 1602,27 m_{гр}^2. \quad (4.4)$$

На рис. 4.9 представлены поверхность отклика и ее сечение по этому уравнению регрессии.

Согласно таблицы 4.11 для 2-го варианта интенсивность молоковыведения $Q = 0,75$ л/мин.

В этом случае уравнение регрессии (4.3) приобретает вид:

$$t_c = 596,4 - 26609,8 d_{жс} - 1941,1 m_{гр} + 1941,1 d_{жс} m_{гр} + 744949 d_{жс}^2 + 1602,3 m_{гр}^2. \quad (4.5)$$

На рис. 4.10 представлены поверхность отклика и ее сечение по этому уравнению регрессии.

Согласно таблицы 4.11 для 3-го варианта масса грузового элемента $m_{гр} = 056$ кг.

В этом случае уравнение регрессии (4.3) приобретает вид:

$$t_c = 4,77 + 7185,3 d_{жс} - 8,879 Q - 11000 d_{жс} Q + 744974 d_{жс}^2 + 23,91 Q^2. \quad (4.6)$$

На рис. 4.11 представлены поверхность отклика и ее сечение по этому уравнению регрессии.

С целью установления численных значений рациональных факторов, при которых обеспечивается работоспособность доильного аппарата и не пре-

вышается время, необходимое на стимуляцию рефлекса молокоотдачи по зоотехническим требованиям, были проанализированы полученные графические зависимости, представленные на рис. 4.12.

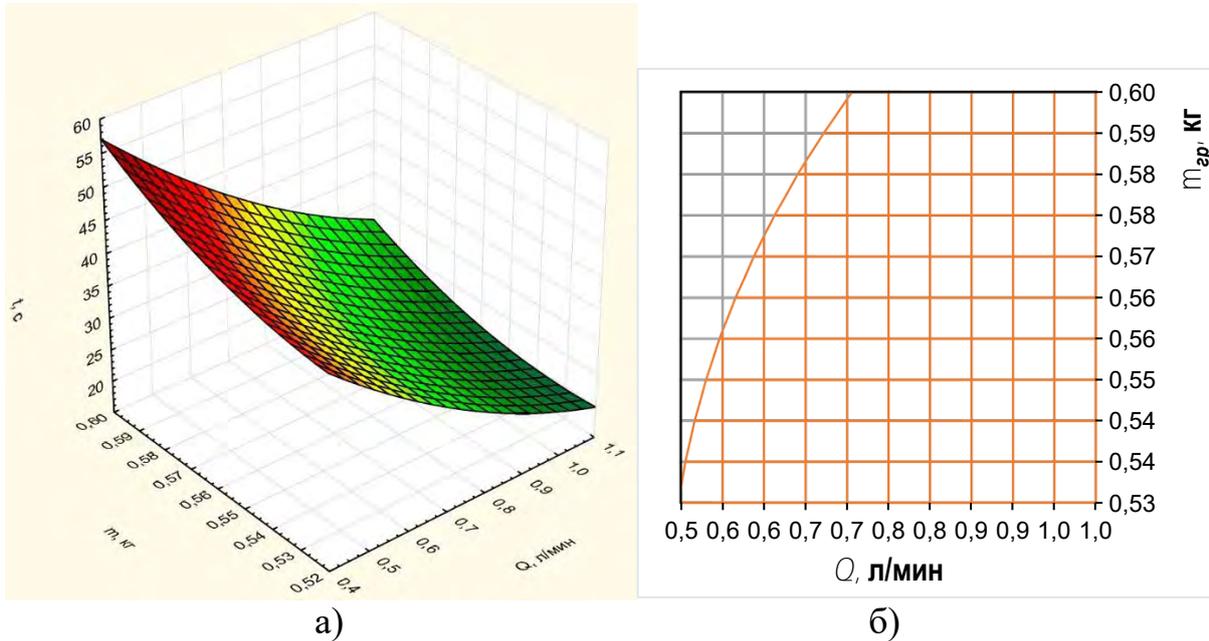


Рисунок 4.9 - Поверхность отклика (а) и ее сечение (б), характеризующие время работы высокочастотного блока в зависимости от интенсивности выведения жидкости и массы грузового элемента при $d = 0,006 м$

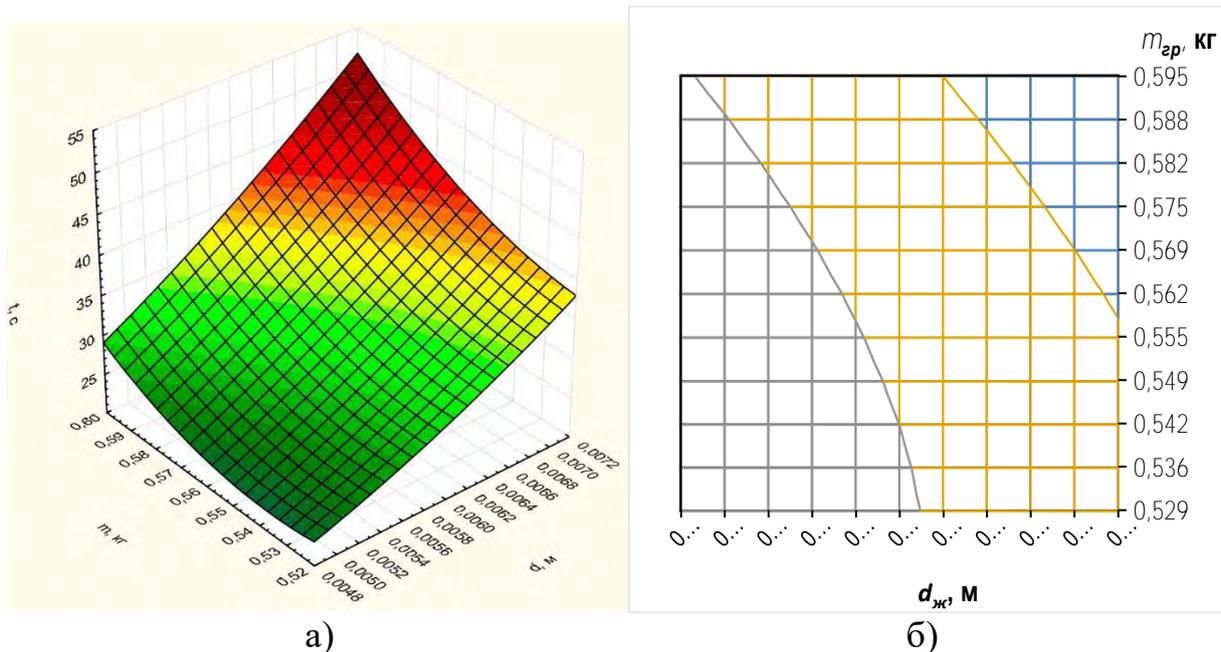


Рисунок 4.10 - Поверхность отклика (а) и ее сечение (б), характеризующие время работы высокочастотного блока в зависимости от диаметра жиклера и массы грузового элемента при $Q = 0,75 л/мин$.

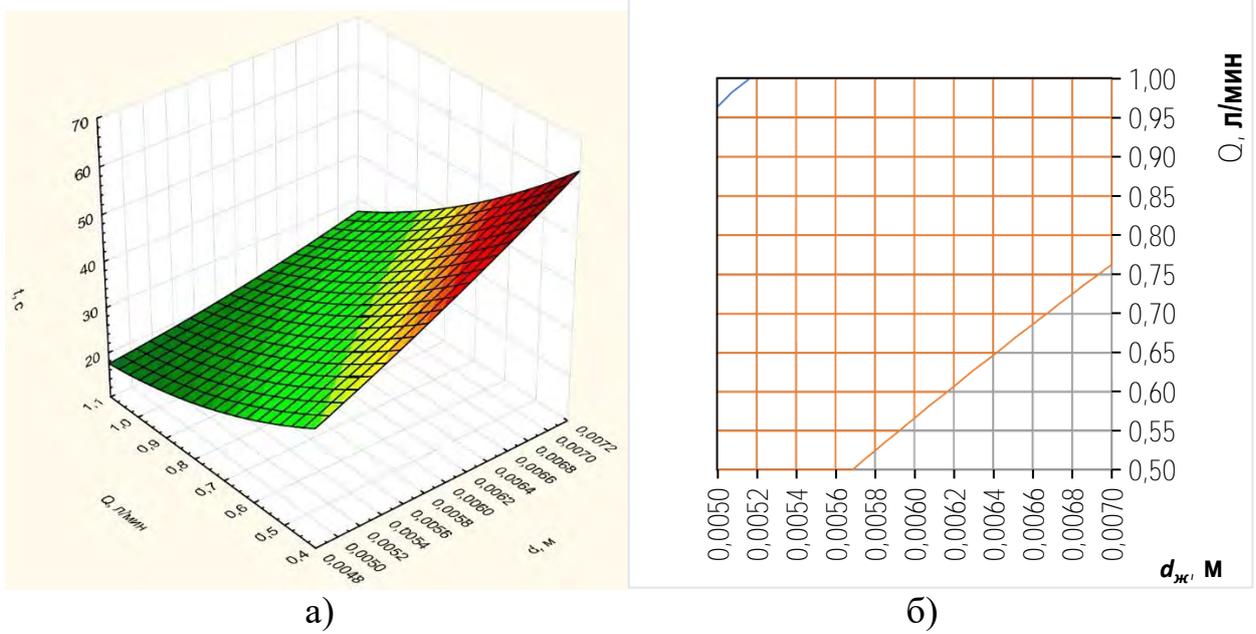
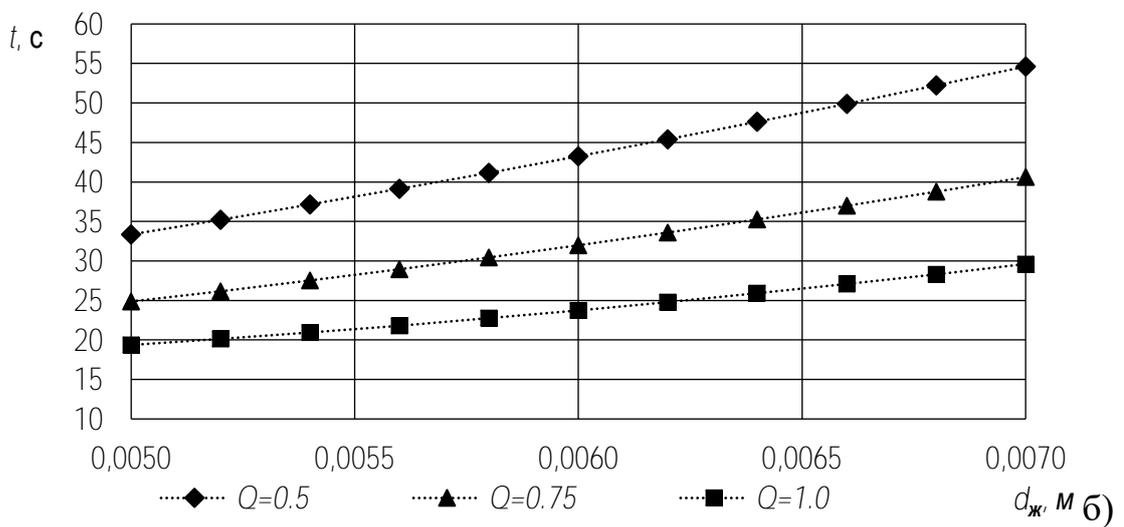
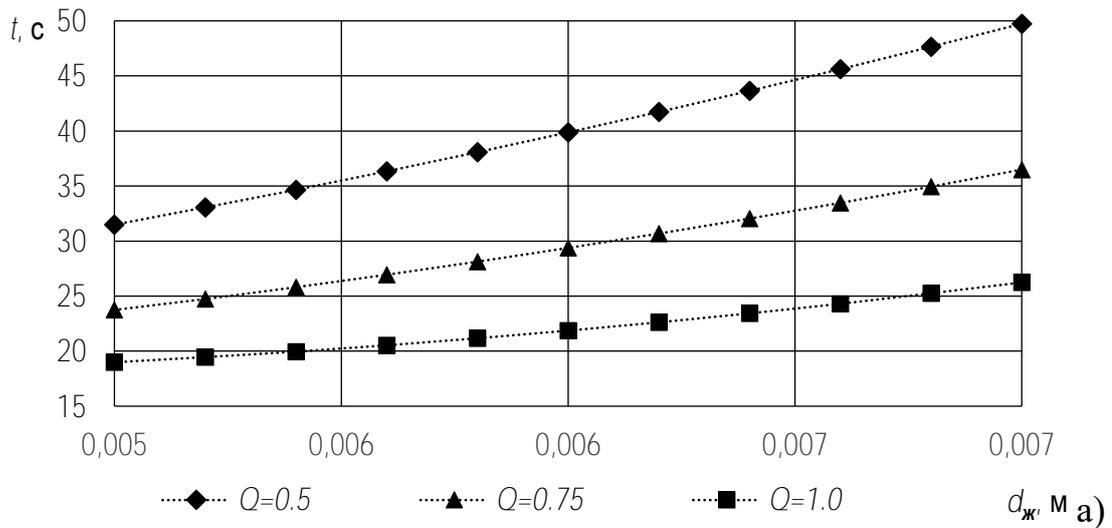


Рисунок 4.11 - Поверхность отклика (а) и ее сечение (б), характеризующие время работы высокочастотного блока в зависимости от диаметра жиклера и интенсивности выведения жидкости при $m_{зр} = 0,56$ кг



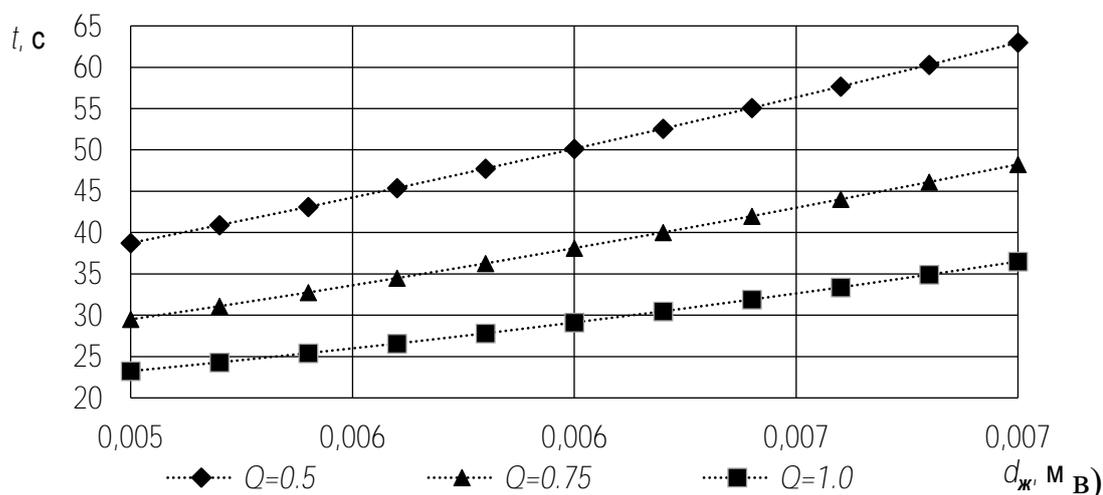


Рисунок 4.12 – Графические зависимости, характеризующие время работы высокочастотного блока в зависимости от диаметра жиклера и интенсивности выведения жидкости при $m_{зр} = 052$ кг (а); $m_{зр} = 056$ кг (б); $m_{зр} = 0,60$ кг (в)

В результате анализа результатов исследований установлено, что при пропускной способности аппарата в интервале от 0,5 до 1,0 кг/мин и диаметрах жиклера молоколовушки 5, 6 и 7 мм высокочастотный блок вибропульсатора будет работать соответственно 18...32; 20...33 и 23...39 с при массе грузового элемента $m_{зр} = 052$ кг.

В связи с тем, ручные операции перед доением, необходимые для возбуждения рефлекса молокоотдачи, выполняют в среднем 30...35 с, высокочастотный блок вибропульсатора должен осуществлять подачу в межстенные камеры доильных стаканов в такте сосания импульсов переменного давления частотой 10 Гц в течение 25...30 с в начале доения. Указанное время работы высокочастотного блока вибропульсатора обеспечивается при интенсивности выведения жидкости 0,5 кг/мин и диаметре жиклера молоколовушки 5 мм. В результате установлены следующие рациональные конструктивно-технологические параметры блока управления режимом доения, которые позволяют, варьируя массу грузового элемента в пределах 0,52...0,56 кг, выдерживать необходимое время на стимуляцию рефлекса молокоотдачи для различных по молочной продуктивности пород коров. (табл.4.12).

Таблица 4.12 - Числовые значения рациональных значений конструктивно-технологических параметров блока управления режимом доения

Обозначение	Наименование параметра	Рациональное значение
$d_{жк}$	Диаметр жиклера, м	0,005
Q	Интенсивность выведения жидкости, л/мин	0,5
$m_{гр}$	Масса грузового элемента, кг	0,52...0,56

4.1.4 Результаты исследований по определению конструктивных параметров устройства переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума

Исследования по определению конструктивных параметров устройства переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума проводили в соответствии с методикой, изложенной в разделе 3.2.6 главы 3.

Для определения массы груза магнитного клапана использовали лабораторную установку, включающую устройство переключения магнитного клапана, фрагмент вакуумпровода с регулятором вакуума, вакуумметром и вакуумным краном, подвесное устройство с возможностью размещения сменных грузов и весы лабораторные «ВЛКТ-500» (рис. 3.10-3.11).

Диаметр мембраны устройства переключения магнитного клапана предварительно варьировали, исходя из конструктивных соображений, и его числовые значения составили 0,03, 0,04 и 0,05 м.

Результаты опытов по определению массы груза магнитного клапана, при которой происходит уравнивание распределенной нагрузки от действия вакуумметрического давления (табл. Ж 4 Прил. Ж), представлены в таблице 4.13 и при обработке в Microsoft Excell достаточно точно ($R^2 = 0,99$) могут быть представлены уравнением регрессии [42]

$$m_{гр.кл} = 70 d_m - 1,3167 \quad (4.7)$$

где d_m – диаметр мембраны, м; $m_{гр.кл}$ – масса грузового элемента магнитного клапана, кг.

Графическая зависимость массы грузового элемента магнитного клапана от диаметра мембраны представлена на рис. 4.13.

Таблица 4.13 - Результаты опытов по определению по определению массы груза магнитного клапана

№ опыта	d_m – диаметр мембраны, м	Масса грузового элемента магнитного клапана $m_{гр.кл}$, кг
1	0,03	0,80
2	0,04	1,45
3	0,05	2,20

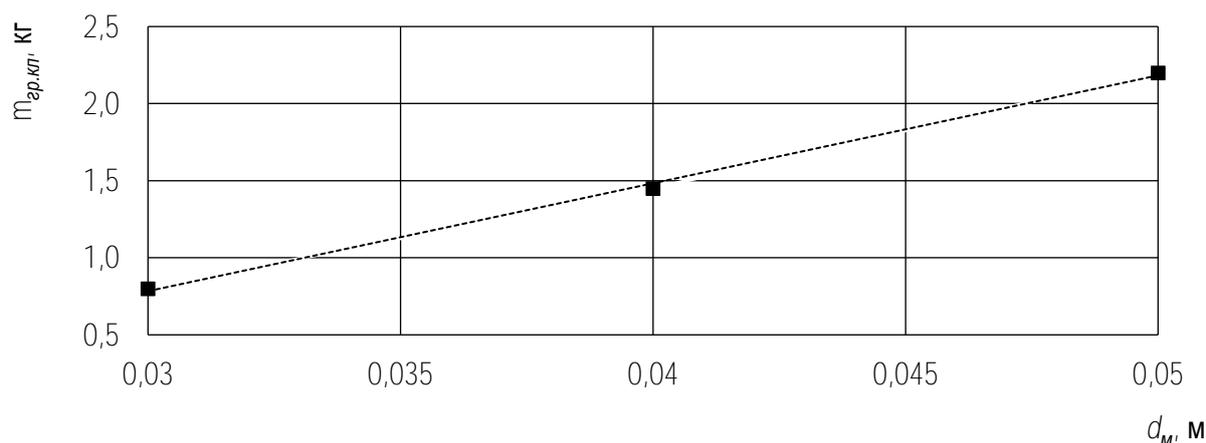


Рис. 4.13 Графическая зависимость массы грузового элемента магнитного клапана от диаметра мембраны

Численные значения параметров выбрали с учетом максимальной возможной массы грузового элемента магнитного клапана для инерционности системы при фиксации клапана в нижнем положении и превалирования силы распределенной нагрузки от действия вакуума над весом груза в 2-2,5 раза для надежного удержания клапана в верхнем положении. В результате анализа были выбраны следующие конструктивные параметры устройства, представленные в табл. 4.14.

Таблица 4.14 - Числовые значения рациональных конструктивных параметров устройства переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА	РАЦИОНЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ
d_m	Диаметр мембраны, м	0,04
$m_{гр.кл}$	Масса грузового элемента магнитного клапана, кг	0,55

4.1.5 Результаты сравнения теоретических и экспериментальных исследований

Для построения теоретической зависимости массы грузового элемента от уровня жидкости в молоколовушке в выражение (2.20) подставляли требуемые значения входящих величин. Для построения экспериментальной зависимости использовали опытные данные по определению уровня жидкости в молоколовушке h , при котором происходит ее опрокидывание в зависимости от массы грузового элемента (табл. 4.9, табл. Ж 3 Прил. Ж) [34].

Полученные данные теоретических значений массы грузового элемента от уровня жидкости в молоколовушке приведены в табл. М 1 Прил. М.

На рис. 4.14 представлены теоретическая и экспериментальная зависимость массы грузового элемента от уровня жидкости в молоколовушке для оценки сходимости исследований.

Для построения теоретической зависимости времени работы высокочастотного блока вибропульсатора МСДА аппроксимировали график интенсивности молокоотдачи, полученный в производственных условиях путем подбора коэффициентов A и B , продолжительности доения t и максимальной скорости молоковыведения m_{max} .

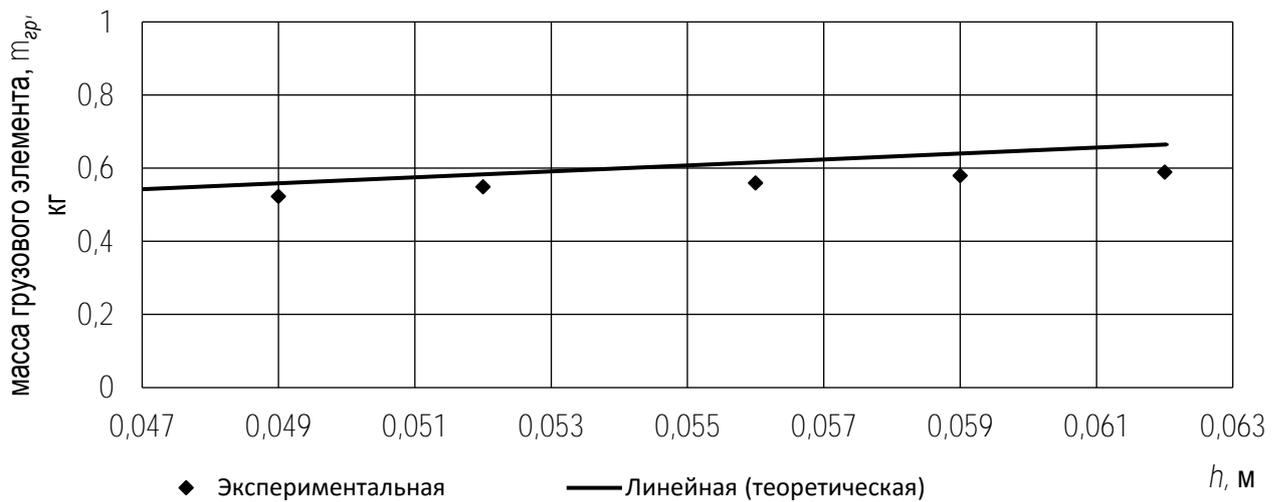


Рисунок 4.14 - Сравнительные графические зависимости массы грузового элемента от уровня жидкости в молоколовушке

Используя выражение (2.12), с помощью компьютерной программы Maple определяли время доения t_c , по истечении которого достигается заданный уровень молока для опрокидывания молоколовушки.

Далее, используя выражение (2.5), то есть интегрируя выражение (2.4) до вышеуказанного времени t_c получали величину надоя молока за этот промежуток времени.

Используя выражение (2.6) и находя отношение полученного надоя молока за время опрокидывания молоколовушки к экспериментально полученному при соответствующих значениях диаметра жиклера и интенсивности выведения жидкости из искусственного вымени времени отключения высокочастотного блока вибропульсатора расчетную среднюю интенсивность молоковыведения.

Полученные данные теоретических значений средней интенсивности молоковыведения от времени работы высокочастотного блока и диаметра жиклера по достижению уровня молока в молоколовушке $h = 0.049$ м приведены в табл. М 2 Прил. М.

После этого строили теоретическую зависимость времени работы высокочастотного блока от диаметра жиклера и интенсивности выведения жидкости.

С целью построения экспериментальной зависимости времени работы высокочастотного блока от диаметра жиклера и интенсивности выведения жидкости из искусственного вымени в выражение (4.3) подставляли требуемые значения входящих величин при массе грузового элемента $m_{гр} = 0,52$ кг [34].

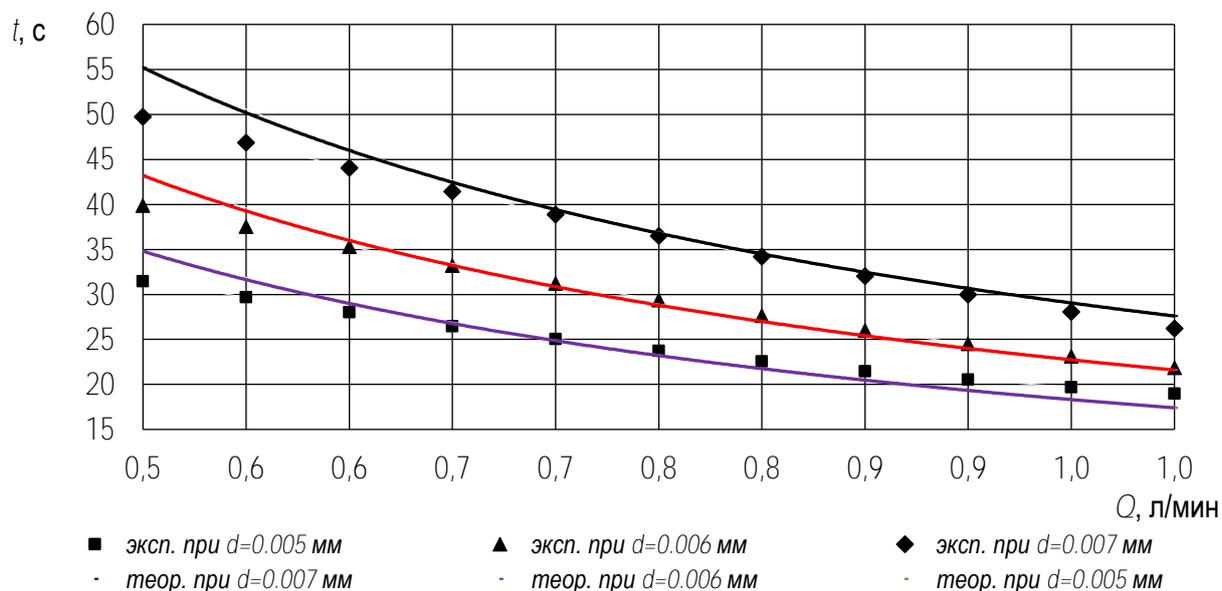


Рисунок 4.15 - Сравнительные графические зависимости времени работы высокочастотного блока вибропульсатора от диаметра жиклера молоколовушки и интенсивности молокоотдачи

Для построения теоретической зависимости массы грузового элемента магнитного клапана от диаметра мембраны в выражение (2.30) подставляли требуемые значения входящих величин.

Для построения экспериментальной зависимости использовали опытные данные по определению массы груза магнитного клапана, при которой происходит уравнивание распределенной нагрузки от действия вакуумметрического давления (табл. Ж 4 Прил. Ж). Полученные данные теоретических значений массы груза магнитного клапана от диаметра мембраны приведены в табл. М 3 Прил. М.

На рис. 4.16 представлены теоретическая и экспериментальная зависимость массы груза магнитного клапана от диаметра мембраны для оценки сходимости исследований.

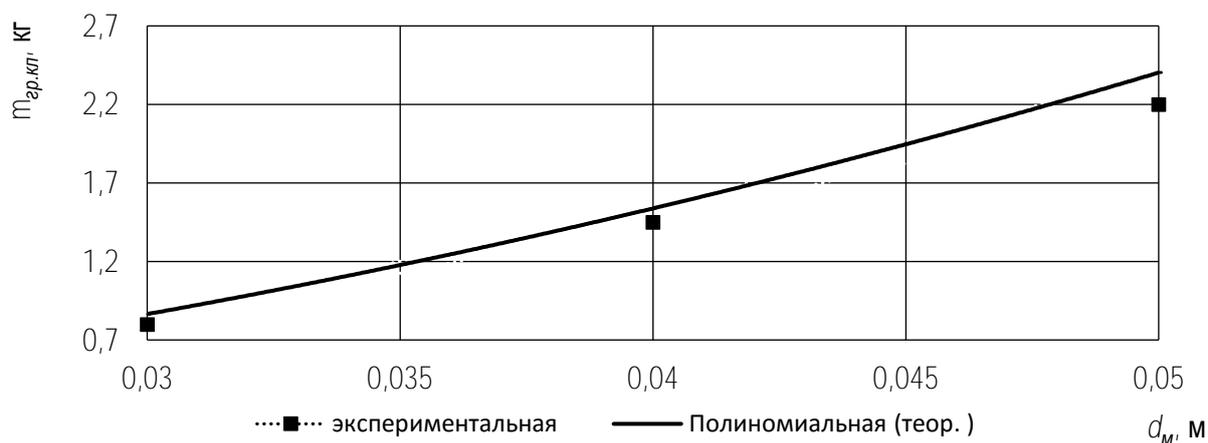


Рисунок 4.16 - Сравнительные графические зависимости массы груза магнитного клапана от диаметра мембраны

В результате анализа графических зависимостей доказана верность разработанных теоретических положений, что подтверждается удовлетворительной сходимостью результатов исследований, не превышающей 10%. Следовательно, теоретические зависимости могут быть использованы для обоснования параметров доильного аппарата.

Выводы

1. Доказано, что изменение вакуумметрического давления и включение (выключение) высокочастотного блока вибропульсатора приводят к изменению режимных параметров разрабатываемого аппарата. Так, при вакуумметрическом давлении $P=48$ кПа и отключенном высокочастотном блоке вибропульсатора частота пульсаций n составляет 0,84 Гц ($50,3 \text{ мин}^{-1}$), соотношение фаз (%) сосания и сжатия – 75/25, продолжительность рабочего цикла $t_{ц}$ – 1,215 с. При вакуумметрическом давлении $P=38$ кПа и включенном высокочастотном блоке вибропульсатора частота пульсаций n составляет 1,15 Гц ($70,3 \text{ мин}^{-1}$), соотношение фаз (%) сосания и сжатия – 70/30, продолжительность рабочего цикла $t_{ц}$ – 0,829 с.

2. В результате проведения лабораторных испытаний определены физиологические параметры воздействия экспериментального доильного аппарата на

молочную железу в разных режимах доения, которые не выходят за пределы норм стандарта ISO 5707-87 и лучше, чем у серийного аппарата «Нурлат». Так при вакууме 38 кПа с включенным высокочастотным блоком вибропульсатора и вакууме 48 кПа и выключенным высокочастотным блоком вибропульсатора максимальное давление сосковой резины на сосок снизилось соответственно с 22,35 и 27,1 в серийном аппарате «Нурлат» при аналогичных режимах доения до 10,8 кПа и 14 кПа в экспериментальном аппарате при более высокой пропускной способности, которая соответственно составила 4,8 и 5,5 л/мин в экспериментальном аппарате против 4,2 и 5,2 л/мин в аппарате «Нурлат». Большая пропускная способность МСДА в стимулирующем режиме по сравнению с аппаратом «Нурлат», несмотря на полусжатое состояние сосковой резины, объясняется большей продолжительностью такта сосания (70 против 60%) и частотой пульсаций (70,3 против 44,4 мин⁻¹), а также тем, что при выведении жидкости средний перепад давления между межстенными и подсосковыми камерами в течение такта сосания снижается до 1,57 кПа.

3. Установлены следующие режимы работы экспериментального аппарата: однофазный низковакуумный с постоянной стимуляцией и трехфазный с управляемой стимуляцией. Вакуумметрическое давление, создаваемое аппаратом в фазе стимуляции 38⁺²кПа, фазе основного доения 48⁺²кПа, фаза додаивания 38⁺²кПа.

4. Доказана адекватность теоретических и экспериментальных зависимостей, характеризующих время работы высокочастотного блока вибропульсатора от интенсивности молоковыведения и диаметра жиклера молоколовушки, а также массу грузового элемента от уровня жидкости в молоколовушке. Отклонения не превышают 9,5 %. В результате установлены рациональные конструктивно-технологические параметры блока управления режимом доения, которые позволяют, варьируя массу грузового элемента в пределах 0,52...0,56 кг при диаметре отверстия жиклера молоколовушки 5 мм, выдерживать необходимое время работы высокочастотного блока пульсатора в пределах 18...32 с для различных по молочной продуктивности пород коров.

5. Доказана адекватность теоретических и экспериментальных зависимостей, характеризующих массу грузового элемента магнитного клапана $m_{гр.кл}$ от диаметра мембраны d_m переключающего устройства блока управления уровнем вакуума. Отклонения не превышают 10 %. В результате установлены конструктивные параметры переключающего устройства: $d_m = 0,04$ м; $m_{гр.кл} = 0,55$ кг, позволяющие осуществлять надежную фиксацию магнитного клапана в верхнем и нижнем положении.

5. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТИМУЛИРУЮЩЕГО ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

5.1 Программа и методика хозяйственных испытаний

В задачи исследований входило оценить работоспособность и выявить эффективность использования многофункционального стимулирующего доильного аппарата.

Программа хозяйственных испытаний включала определение следующих показателей:

- средний разовый удой на корову;
- средняя продолжительность доения коровы;
- средняя интенсивность молоковыведения;
- контроль состояния вымени;
- ручной додой;
- продолжительность периода работы высокочастотного блока вибропульсатора.

Хозяйственные испытания проведены на 2-х группах подопытных животных по 12 голов в каждой, распределенных по принципу парных аналогов с идентичной технологией содержания и кормления. Учет вышеуказанных показателей осуществляли по 10 животным в каждой группе. Доение коров контрольной и опытной групп проводили стимулирующими доильными аппаратами (АДУ-1-04) и (МСДА) соответственно в молокопровод и доильное ведро. Анализ молочной продуктивности коров и других показателей производили путем проведения контрольных доек в течение двух смежных дней месяца. Диагностирование мастита осуществлялось путем отбора проб молока для исследований.

Хозяйственные испытания многофункционального стимулирующего доильного аппарата проводили с 20 мая по 20 июня 2018 г. на молочной ферме с. Большой Самовец, принадлежащей ОАО АПО "Дружба" Липецкой

области, на коровах черно-пестрой породы живой массой 570 ± 20 кг с удоем 6700 ± 168 кг за предыдущую лактацию (приложение У).

На рисунке 5.1 представлен фрагмент производственной установки, включающей многофункциональный стимулирующий доильный аппарат.

ё



Рисунок 5.1 - Фрагмент производственной установки, включающей многофункциональный стимулирующий доильный аппарат, при раздое коров в родильном отделении

Для измерения величины удоя коров контрольной группы использовали молокомер «Jetmilk» для индивидуального контроля молока во время доения (рис 3.1).

Для измерения величины удоя коров опытной группы дополнительно использовали мерную шкалу прозрачного градуированного доильного ведра.

Для оценки динамики молоковыведения в связи с тем, что мерная шкала градуированного доильного ведра начинается с 4 л, дополнительно использовали молокомер «Jetmilk» для индивидуального контроля молока во время доения.

Продолжительность работы высокочастотного блока вибропульсатора в начальный и заключительный период доения фиксировали секундомером по визуально наблюдаемому через прозрачный материал молокоприемника перемещению молоколовушки.

Доение коров при испытании экспериментального (МСДА) и базового (АДУ-1-04) стимулирующих доильных аппаратов перед надеванием доильных стаканов производили без предварительного массажа, только обмывали и вытирали вымя. По завершению процесса доения при испытании базового аппарата (АДУ-1-04) проводили машинное додаивание путем ручного оттягивания подвесной части доильного аппарата, а при испытании экспериментального (МСДА) доильного аппарата не выполняли машинного додоя.

Долю остаточного молока в вымени коров после снятия доильного аппарата определяли путем ручного додоя в мерную емкость. После этого молоко, полученное путем ручного додоя, дополнительно взвешивали на весах ВЛТК-500 (рис 3.1).

Возможность заболевания коров маститом определяли путем осмотра вымени в течение контрольных доек, в начале, середине и конце опыта. Путем оценки реакции 5% раствора димастина с пробой молока проводилось выявление мастита у коров. Для этого использовалась молочно-контрольная пластинка МКП-2.

Результаты сравнительных испытаний предлагаемого многофункционального стимулирующего доильного аппарата (МСДА) и базового (АДУ-1-04) представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Результаты сравнительных испытаний предлагаемого многофункционального стимулирующего доильного аппарата (МСДА) и базового (АДУ-1-04)

Показатели	Контрольная группа	Опытная группа	Разница, %
Продолжительность подготовительного периода, дней	5	5	-
Количество животных, гол	10	10	-
Средний разовый удой, кг	10,56	11,29	+6,9
Средняя продолжительность машинного доения, с (мин)	373 (6,2)	348 (5,8)	-7,1
Средняя интенсивность молоковыведения, кг/мин	1,70	1,94	+14,1
Ручной додой, кг	0,22	0,12	-45,0
Полнота выдаивания, %	97,80	98,95	

Из данных таблицы 5.1 видно, что средняя продолжительность доения при использовании экспериментального доильного аппарата меньше, чем у АДУ-1-04 на 7,1 % и составляет соответственно 5,8 и 6,2 мин. Сокращение продолжительности доения объясняется тем, что с момента активного припуска молока аппарат МСДА переходит на высокопроизводительный режим доения с полностью распрявленными в такте сосания стенками сосковой резины, способствующему беспрепятственному выводу молока.

Тем же самым объясняется более высокая интенсивность молоковыведения при использовании экспериментального доильного аппарата, которая составляет 1,94 кг/мин против 1,70 кг/мин у серийного аппарата.

Кроме того, за счет лучшей полноты выдаивания (98,95% у МСДА против 97,80% у АДУ-1-04) и более адекватного воздействия на молочную железу в процессе доения (отсутствия непрерывной вибрации стенок сосковой резины, снижения уровня вакуума в начальный и конечный период доения с одновременным микромассажем сосков, способствующим стимуляции рефлекса молокоотдачи и меньшему наползанию доильных стаканов на соски вымени) повы-

шается разовый удар у аппарата МСДА против аппарата АДУ-1-04 соответственно с 10,56 до 11,29 кг или на 6,9%.

Измерение продолжительности работы высокочастотного блока вибропульсатора МСДА показал, что при использовании грузового элемента массой 0,56 кг (для высокопродуктивных коров) он отключается при интенсивности молоковыведения 0,5...0,6 кг/мин по истечении 25...35 с времени после надевания доильных стаканов.

В целом результаты сравнительных испытаний показали, что разработанный экспериментальный доильный аппарат работоспособен и достаточно эффективен. Результаты производственных испытаний экспериментального и серийного доильных аппаратов не выявили случаев заболевания маститом.

5.2 Экономическая эффективность использования многофункционального доильного аппарата

Оценка экономической эффективности применения технологии доения коров в переносное ведро на линейных доильных установках с использованием многофункционального стимулирующего доильного аппарата проводилась на основании результатов хозяйственных испытаний.

Объектом для сравнения проектной разработки является базовый вариант технологии доения на линейной установке аппаратами АДУ-1-04.

Эффективность использования разрабатываемого доильного аппарата обеспечивается следующими факторами:

- отсутствием потерь молока в связи с повышением полноты выдаивания и соответственно снижением его себестоимости;
- снижением затрат ручного труда, связанных с выполнением заключительных операций процесса машинного доения.

Балансовая стоимость оборудования определяется по формуле [44]

$$C_0 = Ц \cdot K_n, \quad (5.1)$$

где Ц - цена установки, руб.;

K_n – поправочный коэффициент, учитывающий затраты на монтаж, транспортировку и другие работы, $E=1,3$.

Цена серийной установки АД-100Б по прайсу ОАО «Кургансельмаш» на 27.08.2018 г. (Прил. Р) составляет $C=138126$ руб. Доильную установку необходимо оснастить двухтактными доильными аппаратами АДУ -1 - 04. Цена аппарата ШРИБ-164.00.000 по прайсу ОАО «Кургансельмаш» на 27.08.2018 г. составляет 4100 руб., в котором имеющийся пульсатор заменяли на вибропульсатор АДУ. 02.200, приобретенный по цене 400 руб. Комплект из 8 аппаратов будет стоить 36000 руб., а полная стоимость установки составит 174126 руб.

Балансовая стоимость доильной установки для базового варианта технологии доения определяется по формуле:

$$C_{\text{бo}} = 174126 \cdot 1,3 = 226363,8 \text{ руб.}$$

Усовершенствованная проектная разработка отличается от базовой конструкцией доильных аппаратов.

Разрабатываемый трехфазный доильный аппарат в отличие от серийного включает дополнительно блок управления уровнем вакуума с устройством переключения магнитного клапана, приемник, блок управления режимом доения, а также модернизированный вибропульсатор на базе пульсатора АДУ. 02.200. Цена блока управления уровнем вакуума без индикатора потока молока по прайсу официального дилера АО "ДеЛаваль" ООО "Компании Биотон" составляет 12422,00 руб., стоимость индикатора потока молока – 11513,00 руб. (Прил. Р). Устройство переключения магнитного клапана изготавливали самостоятельно, используя камеру регулятора вакуума РВ 01.018 стоимостью 100 руб. по прайсу ОАО "Гомельагрокомплект" (Прил. Р). Так как вибропульсатор входит в комплект базового аппарата, его стоимость не учитывали. Блок управления режимом доения, устанавливаемый в крышке доильного ведра, изготавливали в заводских условиях. Его стоимость ориентировочно составляет 3000 руб.

Итого, стоимость разрабатываемого доильного аппарата составляет 32000 руб., а поскольку на доильную установку потребуется комплект доильных аппаратов из 8 штук (256000 рублей), то ее стоимость составит 394126 рублей.

Балансовая стоимость проектной доильной установки составит:

$$C_{\text{по}} = 394126 \cdot 1,3 = 512363,8 \text{ руб}$$

Расчет экономической эффективности проведен на 100 дойных коров.

Теперь определим время, затрачиваемое оператором на доение всего поголовья, и производительность работы дояра по стандартной и усовершенствованной технологии. В связи с тем, что по стандартной технологии оператор машинного доения осуществляет технологические операции по подготовке вымени и надеванию доильного аппарата, контролю за доением, проведения машинного додаивания и снятию аппарата, а по усовершенствованной – не выполняет операцию машинного додаивания, и в обоих случаях одновременно работает с четырьмя доильными аппаратами, принимаем время, необходимое на обслуживание одной коровы по стандартной технологии $t_{c(1 \text{ гол})} = 2,0$ мин, по усовершенствованной – $t_{y(1 \text{ гол})} = 1,6$ мин.

Время, затрачиваемое оператором на доение всего поголовья

$$t_{100 \text{ гол}} = \frac{n_{\text{д}}}{P_{\text{о}} \cdot q_{\text{у}}}, \quad (5.2)$$

где $n_{\text{д}}$ – число дойных коров, $n_{\text{д}} = 100$ гол;

$P_{\text{о}}$ – производительность работы оператора машинного доения, гол/ч;

$q_{\text{у}}$ – количество операторов машинного доения, обслуживающих установку, чел. $q_{\text{у}} = 4$ чел.

Производительность работы оператора машинного доения определим по формуле

$$P_{\text{о}} = \frac{m_{\text{а}} \cdot 60 \cdot k}{(\tau_{\text{д}} + t_{1 \text{ гол}})}, \quad (5.3)$$

где $m_{\text{а}}$ – число аппаратов с которыми одновременно работает оператор машинного доения, шт;

k – коэффициент, $k = 0,85$;

τ_{∂} – среднее время доения одной коровы, $\tau_{\partial} = 5$ мин.

Тогда производительность работы оператора машинного доения:

по стандартной технологии

$$P_{co} = \frac{4 \cdot 60 \cdot 0,85}{(5 + 2)} = 29,14 \text{ гол/ч}$$

по усовершенствованной технологии

$$P_{yo} = \frac{4 \cdot 60 \cdot 0,85}{(5 + 1,6)} = 30,9 \text{ гол/ч}$$

Время, затрачиваемое оператором на доение всего поголовья:

по стандартной технологии

$$t_{c100гол} = \frac{100}{29,14 \cdot 4} = 0,86 \text{ ч}$$

по усовершенствованной технологии

$$t_{y100гол} = \frac{100}{30,9 \cdot 4} = 0,81 \text{ ч}$$

Расчет экономической эффективности осуществлен с использованием компьютерной программы «Excel 2016», а все необходимые формулы для определения экономической эффективности взяты из литературных источников [44]. Некоторые нижеприведенные формулы даны для пояснения.

Исходная информация к расчету приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Исходные данные

Показатели	Варианты	
	базовый (АД-100Б) с АДУ - 1 - 04	проектный (АД-100Б) с МСДА
Поголовье коров , гол.	100	100
Количестводней доения	300	300
Среднесуточный удой, кг	21,12	22,57
Среднегодовой удой, кг	6336	6771
Себестоимость 1 ц проданного молока , руб./ц	2100	

Цена реализации молока населению, руб./ц	2500	2500
Уровень товарности, %	89	89
Накладные расходы в % от основных затрат	14,5	14,5
<i>Машины и оборудование: доильные установки</i>		
Количество доильных установок, шт.	1	1
Количество доильных аппаратов, шт.	8	8
Мощность электродвигателей 1 агрегата, кВт	6	6
Кратность доения в сутки	2	2
Стоимость 1 доильной установки, руб.	226364	512364
Норма амортизационных отчислений, %	14,3	14,3
Норма отчислений на ТО и ремонт, %	18	18
Срок службы, лет	7	7
<i>Обслуживающий персонал, затраты и оплата труда</i>		
Численность работников, чел.		
оператор машинного доения	4	4
Время, затрачиваемое оператором на доение всего поголовья коров, ч	0,86	0,81
Оплата труда с начислениями, руб./чел. - ч:		
оператор машинного доения	138,09	138,09
<i>Дополнительная информация</i>		
Учетная ставка банка, %	16	16
Стоимость электроэнергии, руб./кВт - час	5,2	5,2

Расчет размера капитальных вложений, необходимых для реализации предложенного технического решения представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Размер капитальных вложений

Показатели	Варианты	
	Базовый	Проект
Стоимость основных средств, руб.		
доильные установки	226364	512364
ИТОГО основных средств	226364	512364
Капитальные вложения		286000

Для реализации проекта необходимо 286 тыс. руб. капитальных вложений. Оценка экономии затрат живого труда приведена в таблице 5.3.

На серийной и экспериментальной доильной установке годовые затраты труда на доение всего поголовья коров, чел-ч, определим по формуле

$$Z_z = q_y \cdot t_{100\text{гол}} \cdot L \cdot K_{ps} \cdot V \quad (5.4)$$

где L – кратность доения в сутки;

K_{ps} – коэффициент использования рабочего времени смены; $K_{ps} = 0,9$;

V – число дней лактации.

Тогда годовые затраты труда на доение всего поголовья коров:

по стандартной технологии

$$Z_z = 4 \cdot 0,86 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 300 = 1857,6 \text{ чел-ч}$$

по усовершенствованной технологии

$$Z_z = 4 \cdot 0,81 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 300 = 1749,6 \text{ чел-ч.}$$

Трудоёмкость доения, чел-ч/гол, определим по формуле

$$T_\partial = \frac{Z_z}{n_\partial}, \quad (5.5)$$

Тогда трудоёмкость доения:

по стандартной технологии

$$T_{co} = \frac{1857,6}{100} = 18,6 \text{ чел-ч/гол}$$

по усовершенствованной технологии

$$T_{yo} = \frac{1749,6}{100} = 17,5 \text{ чел-ч/гол}$$

Таблица 5.3 - Расчёт экономии затрат труда и фонда оплаты труда

Показатели	Варианты	
	Базовый	Проект
Количество операторов машинного доения, чел.	4	4
Затраты труда на процесс доения за год, чел. - ч	1857,6	1749,6
Валовой надой молока, ц	6336	6771

Затраты труда на 1 ц молока, чел. – ч	0,29	0,26
Экономия затрат труда в расчете на 1 ц чел. - ч	х	0,03
Экономия затрат труда за год, чел. - ч	х	236
Оплата труда с начислениями, руб./чел. - ч:		
оператор машинного доения	138,09	138,09
Годовой фонд оплаты труда работников, руб.	256515,98	241602,264
Оплата труда в расчете на 1 ц молока, руб.	40,49	35,68
Экономия оплаты труда в расчете на 1 ц молока, руб.	х	4,80
Годовая экономия фонда оплаты труда, руб.	х	32525
Трудоёмкость доения, чел. - ч/гол	18,6	17,5

За счет увеличения надоя молока экономия затрат труда на 1 ц молока составит 0,03 чел.-ч, экономия затрат труда за год - 236 чел.- ч; годовая экономия фонда оплаты труда составит 32,52 тыс. руб. в год.

Предложенная проектная разработка затрагивает несколько элементов затрат по технологическому циклу работ (таблица 5.4).

Таблица 5.4 - Эксплуатационные издержки по комплексу оборудования для осуществления процесса доения, (руб.)

Показатели	Варианты	
	Базовый	Проект
Оплата труда с начислениями	256516	241602
Ремонт основных средств	40746	92226
Амортизация основных средств	32370	73268
Электроэнергия	16099	15163
ИТОГО прямых затрат	345731	422259
Накладные расходы	50131	61228
ВСЕГО затрат на процесс доения	395862	483487
Дополнительные эксплуатационные издержки	х	87625
в т. ч. текущие вложения	х	46727

По проекту наблюдается увеличение эксплуатационных издержек на сумму 87,62 тыс. руб.

Годовой экономический эффект использования экспериментального оборудования от увеличения надоя определится по формуле

$$\mathcal{E}_H = [W_2 - (E_y + Y_H \cdot C_{no})] - [W_1 - (E_6 + Y_H \cdot C_{6o})] \quad (5.6)$$

где W_1 и W_2 – стоимость молока по сравниваемым вариантам в закупочных ценах, руб.:

$$W_1 = Q_6 \cdot n_d \cdot C_M \quad (5.7)$$

$$W_2 = Q_3 \cdot n_d \cdot C_M \quad (5.8)$$

где Q_6 и Q_3 – годовой удой молока при доении базовым доильным аппаратом и экспериментальным; n_d – число дойных коров;

C_M – закупочная цена 1 ц молока, руб;

E_6 и E_y – годовые эксплуатационные затраты по базовой и усовершенствованной технологии, руб;

Y_H – нормативный коэффициент эффективности.

В таблице 5.5 выполнен расчет себестоимости молока, а также проведена оценка годового инвестиционного эффекта от реализации проекта мероприятий.

Таблица 5.5 - Себестоимость продукции и инвестиционный эффект за год

Показатели	Варианты	
	Базовый	Проект
Валовой надой молока, ц	6300	6771
в том числе товарное молоко, ц	5607	6026
Производственные затраты - всего, руб.	13 305 600	13 393 225
в т. ч. на доение	395 862	483 487
Себестоимость 1 ц молока, руб./ц	2 100,00	1 978,03
Цена продукции, руб./ц		
товарная продукция	2 500,00	2 500,00
нетоварная продукция	2 100,00	1 978,03
Стоимость продукции, руб.:	15 561 216	16 538 730

в т. ч. выручка	14 097 600	15 065 475
Прибыль (хозрасчетный чистый доход), руб.	2 255 616	3 145 505
Средний размер налогов, руб.	541 348	754 921
Чистая прибыль (после уплаты налогов), руб.	1 714 268	2 390 584
Дополнительная чистая прибыль, руб.	х	676 315,53
Амортизация капитальных вложений, руб.	х	40 898,00
Инвестиционный эффект за год, руб.	х	717 213,53

По расчетам себестоимость молока в целом незначительно снизилась (с 2100 до 1978 руб./ц). Инвестиционный эффект за год составит 717,21 тыс. руб.

Показатели эффективности проекта будут рассчитаны для ставки банковского процента 16%) в таблице 5.6.

Таблица 5.6 - Показатели эффективности проекта

Показатели	Варианты	
	базовый	проектный
Срок эксплуатации установки, лет	-	7
Инвестиционные вложения, тыс. руб.:	-	332,7
в том числе: капитальные вложения	-	286,0
Поголовье скота, гол	100	100
Продуктивность, ц/гол	63,36	67,71
Трудоемкость доения на 1 ц молока, чел. - ч/ц	0,29	0,26
Себестоимость молока, руб./ц	2100	1978
Инвестиционный эффект за год, тыс. руб.	-	717,2
Эффект за срок эксплуатации, тыс. руб.	-	8186,2
Цена спроса на ресурсы для проекта, руб.	-	2896,5
Коэффициент эффективности вложений	-	0,580
Срок окупаемости, лет	-	0,5

Выводы

1. Результаты производственных испытаний свидетельствуют о том, что экспериментальный доильный аппарат работоспособен и достаточно эффективен.

2. Установлено, что продолжительность работы высокочастотного блока вибропульсатора с момента надевания подвесной части аппарата при использовании грузового элемента массой 0,56 кг (для высокопродуктивных коров) составляет 25...35 с, а его отключение происходит при интенсивности молоковыведения 0,5...0,6 кг/мин.

3. Установлено, что средняя продолжительность доения при использовании экспериментального доильного аппарата (МСДА) меньше, чем у АДУ-1-04 на 7,1 % и составляет соответственно 5,8 и 6,2 мин.

4. Установлено, что использование экспериментального доильного аппарата (МСДА), по сравнению с серийным АДУ-1-04 позволяет повысить разовый удой на 6,9%.

5. Расчетный годовой экономический эффект за счет внедрения доильного аппарата на молочной ферме в расчете на 100 коров составит 717 213,53 руб. при сроке окупаемости 0,5 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При доении коров в доильное ведро небольшими группами при их привязном содержании наиболее целесообразно применение многофункционального стимулирующего доильного аппарата, обеспечивающего полное и безопасное выведение молока из вымени при выполнении различных технологических операций: доения основного стада, раздоя новотельных коров в родильном отделении и др. Разработана конструктивно-технологическая схема многофункционального стимулирующего доильного аппарата, который должен содержать двухкамерные доильные стаканы, коллектор, вибропульсатор с отключаемым высокочастотным блоком, блок управления режимом доения, блок управления уровнем вакуума с устройством переключения магнитного клапана, приемник с мембраной дросселя подсосковой камеры.

2. Доказано, что изменение вакуумметрического давления и включение (выключение) высокочастотного блока вибропульсатора приводят к изменению режимных параметров разрабатываемого аппарата. Так, при вакуумметрическом давлении $P=48$ кПа и отключенном высокочастотном блоке вибропульсатора частота пульсаций n составляет 0,84 Гц ($50,3 \text{ мин}^{-1}$), соотношение фаз (%) сосания и сжатия – 75/25, продолжительность рабочего цикла $t_{\text{ц}}$ – 1,215 с. При вакуумметрическом давлении $P=38$ кПа и включенном высокочастотном блоке вибропульсатора частота пульсаций n составляет 1,15 Гц ($70,3 \text{ мин}^{-1}$), соотношение фаз (%) сосания и сжатия – 70/30, продолжительность рабочего цикла $t_{\text{ц}}$ – 0,829 с. Установлены следующие режимы работы экспериментального аппарата: однофазный низковакуумный с постоянной стимуляцией и трехфазный с управляемой стимуляцией. Вакуумметрическое давление, создаваемое аппаратом в фазе стимуляции 38^{+2} кПа, фазе основного доения 48^{+2} кПа, фаза додаивания 38^{+2} кПа.

3. Определены физиологические параметры воздействия экспериментального доильного аппарата на молочную железу в разных режимах доения, которые не выходят за пределы норм стандарта ISO 5707-87 и лучше, чем у серийного аппарата «Нурлат». Так при вакууме 38 кПа с включенным высокочастотным блоком вибропульсатора и вакууме 48 кПа и выключенным высокочастотным блоком вибропульсатора максимальное давление сосковой резины на сосок

снизилось соответственно с 22,35 и 27,1 в серийном аппарате «Нурлат» при аналогичных режимах доения до 10,8 кПа и 14 кПа в МСДА при более высокой пропускной способности, которая соответственно составила 4,8 и 5,5 л/мин в МСДА против 4,2 и 5,2 л/мин в аппарате «Нурлат». Большая пропускная способность МСДА в стимулирующем режиме по сравнению с аппаратом «Нурлат» объясняется большей продолжительностью такта сосания (70 против 60%) и частотой пульсаций (70,3 против 44,4 мин⁻¹), а также тем, что при выведении жидкости средний перепад давления между межстенными и подсосковыми камерами в период такта сосания снижается до 1,57 кПа.

4. Доказана адекватность теоретических и экспериментальных зависимостей, характеризующих время работы высокочастотного блока вибропульсатора от интенсивности молоковыведения и диаметра жиклера молоколовушки, а также массу грузового элемента от уровня жидкости в молоколовушке. Отклонения не превышают 9,5 %. В результате установлены рациональные конструктивно-технологические параметры блока управления режимом доения, которые позволяют, варьируя массу грузового элемента в пределах 0,52...0,56 кг при диаметре отверстия жиклера молоколовушки 5 мм, выдерживать необходимое время работы высокочастотного блока пульсатора в пределах 18...32 с для различных по молочной продуктивности пород коров.

5. Доказана адекватность теоретических и экспериментальных зависимостей, характеризующих массу грузового элемента магнитного клапана $m_{гр.кл}$ от диаметра мембраны d_m переключающего устройства блока управления уровнем вакуума. Отклонения не превышают 10 %. В результате установлены конструктивные параметры переключающего устройства: $d_m = 0,04$ м; $m_{гр.кл} = 0,55$ кг, позволяющие осуществлять надежную фиксацию магнитного клапана в верхнем и нижнем положении.

6. Результаты производственных испытаний свидетельствуют о том, что экспериментальный доильный аппарат работоспособен и позволяет повысить разовый удой на 6,9% и снизить продолжительность доения на 7,1 %. Расчетный годовой экономический эффект за счет внедрения доильного аппарата на молочной ферме в расчете на 100 коров составит 717 тыс. руб. при сроке окупаемости 0,5 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alexander H., Marlow B., Kutz H. An investigation of retrograde flow in machine milking // Proc. 28th Annu. Conf. Eng. Med. and Biol., New Orleans, La, 1975, v. 17 "Chevy chasc", Md., - 1975. – p. 273.
2. Borodin S. A. Improving structures of milking machines. [Текст] / S.A. Borodin // Актуальные проблемы аграрной науки, производства и образования: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов на иностранных языках: – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2016. – С.94-98.
3. Calton D.M. Mahle D.E. Effects of vacuum level and pulsation ratio on udder health // National mastitis council. Washington, 14 Annual Meeting. – Washington, 1980. – p.39-43.
4. Gudding R., Lorentzen P. The influence of low-line and high-line milking plants on udder health and lipolysis // Nord. Veter. – Med. – 1982. – bd.34. - №4/5. – s. 153-157.
5. Mielke H., Schulz J. Probleme der Eutergesundheit (11) // Veterinärmedizinische Kontrolle der Melktechnik // Sonderheft der Tierhygiene- 1975. Inform. 7 jahrgang.
6. Modelling of lactation (Andrianov E.A., Shatsky V.P., Andrianov A.A. and Borodin S.A.) – Asian journal of microbiology, biotechnology and environmental sciences (VOL. 19, NO. 3, 2017, 594-597).
7. Natzke P.R., Everett R.W., Bbay D.R. Effect of overmilking on udder Health // J. Dairy Sg. – 1982. – v.65. - №11. – p.117-125.
8. Noorlander D.O. Milking machines and mastitis. Madison(USA): Democrat Printing Corp., 1962.
9. Wood P.D.P Algebraic model of the lactation curve in ci .Nature, London, 216, 1967, 164-165.
10. А.с. N.1250227 СССР, МКИ А 01 j 7/00. Устройство для автоматического отключения доильного аппарата / А.И. Зеленцов, А.Г. Сыроватка, Р.В.

- Талинский (СССР).- N.3853991/30-15; Заявлено 11.02.85; Оpubл. 15.08.86; Бюл. N.30.
- 11.А.с. N.1367925 СССР, МКИ А 01 j 5/04. Устройство для доения / П.И. Огородников, А.А. Курочкин, Г.Д. Гачковский, С.А. Соловьев, А.В. Аксенов (СССР).- N.4069402/30-15; Заявлено 17.02.86; Оpubл. 23.01.88; Бюл. N.3.
- 12.А.с. N.1547785 СССР, МКИ А 01 j 5/04. Доильный аппарат / В.Н. Сиротюк, Г.П. Жаловага (СССР).- N.4196184/30-15; Заявлено 17.02.87; Оpubл. 07.03.90; Бюл. N.9.
- 13.А.с. N.938846 СССР, МКИ А 01 j 7/00. Устройство для автоматического отключения доильных аппаратов / Н.Н. Викторова, А.И. Тюхтин, М.Парманов (СССР).- N.2991978/30-15; Заявлено 09.10.80; Оpubл. 0.06.82; Бюл. N.24.
- 14.А.с. №760911 МКЛ 6А 01 j 5/04; Доильный аппарат/ М.К. Базаров, П.И. Огородников заявл. 05.12.1977 г.; опубл. 30.03.1980г.; Бюл. №33.
- 15.Аванесов В.Л. Методика проведения лабораторных испытаний стимулирующего доильного аппарата. [Текст] / 137. В.Л. Аванесов, С.И. Щукин // Вестник Московского государственного агроинженерного университета им. В.П. Горячкина. – 2012. - № 1. – С.60.
- 16.Админ Е.А., Савран В.П. Вакуумный режим под сосками коров при машинном доении. // Животноводство, 1971, № 1. — С. 42...44.
- 17.Аксенов А.В. Разработка стимулирующего доильного аппарата, обоснование его рабочих параметров и методик испытаний. дис. канд. техн. наук / Аксенов А.В. – Оренбург, 1988 – 134 с.
- 18.Андрианов Е.А. Исследование устройства для управления режимом работы стимулирующе-адаптивного доильного аппарата / Е.А. Андрианов А.М. Андрианов, А.А. Андрианов // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. - Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, – 2014. – № 3(43) - С. 123-130.

19. Андрианов Е.А. Совершенствование доильных аппаратов непрерывного доения / Е.А. Андрианов, А.М. Андрианов, А.А. Андрианов // Вестник Воронежского Государственного Аграрного Университета. - 2013. - № 4. - С. 84-93.
20. Андрианов, Е. А. К определению расхода воздуха при истечении из камеры управления доильного аппарата / Е.А. Андрианов А.М. Андрианов, А.А. Андрианов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2013. - № 1(36). – С. 142-146.
21. Андрианов, Е.А. Управление режимом работы доильного аппарата / Е.А. Андрианов А.М. Андрианов, А.А. Андрианов // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – № 4. – С. 12-13.
22. Анисько П.Е. Физиологическое обоснование переменного режима машинного доения коров при автоматическом регулировании вакуума. Автореф. канд. биол. наук. / Анисько П.Е. Белорус. НРШ животноводства. – Жодино, 1988. – 22с.
23. Аппроксимация кривой молокоотдачи/ С.А. Бородин, Е.А. Андрианов, В.П. Шацкий, А.А. Андрианов // Сельский механизатор. – 2017. – № 11 – С. 24-25.
24. Аронович Н.М. О работе исполнительного механизма электродоильной машины Н.М. Аронович. – М.: ВАСХНИЛ, 1936.
25. Архангельский И.И. О влиянии различных доильных установок на заболеваемость коров маститом. // Животноводство, 1964, № 5. - С. 57...59.
26. Базаров М.К., Ломакин В.И. Исследование доильного аппарата с автоматическим регулированием вакуума под соском. // Сб. науч. работ Саратовского сельскохозяйственного института, 1975, с. 34-38.
27. Белянчиков А.Н., Трофимов В.И. Механизация трудоемких процессов на животноводческих фермах. – М.: Агропромиздат, 1971.
28. Белянчиков Н.Н. Автоматическое регулирование процесса доения / Н.Н. Белянчиков // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства – 1965 – №1.

- 29.Бородин С.А. К вопросу совершенствования конструкций доильных аппаратов [Текст] / С.А. Бородин //Агропромышленный комплекс на рубеже веков: Матер. межд. науч.-практ. конф. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2015. – С. 57-61.
- 30.Бородин С.А. К вопросу совершенствования устройств для доения коров [Текст] / С.А. Бородин // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: Матер. межд. науч.-практ. конф. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2015. – С. 30-34.
- 31.Бородин С.А. К обоснованию конструктивно-технологической схемы доильного аппарата [Текст] / С.А. Бородин //Наука и образование в современных условиях: Матер. межд. науч.-практ. конф. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2016. – С. 178-183.
- 32.Бородин С.А. К обоснованию конструктивно-технологической схемы многофункционального стимулирующего доильного аппарата [Текст] / С.А. Бородин, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов // Роль аграрной науки в развитии АПК РФ: Матер. межд. науч.- практ. конф. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2017. – С.214-219.
- 33.Бородин С.А. К анализу конструкций стимулирующих доильных аппаратов / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, С.А. Бородин, В.П. Шацкий // Современные научно-практические решения XXI века: Матер. межд. науч.-практ. конф. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т, 2016. – С.201-206.
- 34.Бородин С.А. Обоснование конструктивно-технологических параметров блока управления режимом доения многофункционального доильного аппарата / С.А. Бородин, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов //Сельский механизатор. – 2018. – № 9– С. 30.
- 35.В.С. Зеликов, И.И. Белковой Обратный ток молока как причина самоинфицирования вымени В.С. Зеликов, И.И. Белковой // Тез. докл. V Всесоюзного симпозиума по машинному доению с.-х. животных. 17-20 апреля 1979 г., Рига. – М., 1979. – Ч.1. – С. 116-117.

36. Вальдман Э.К. Физиология машинного доения коров/ Э.К. Вальдман. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1977. – 191 с., ил.
37. Ведищев С.М. Механизация доения коров. – Тамбов: ТГТУ, 2006, 153с.
38. Велиток И.Г. Молокоотдача при машинном доении коров / И.Г. Велиток. – М.: Московский рабочий, 1986.
39. Велиток И.Г. Технология машинного доения коров / И.Г. Велиток. – М.: Колос, 1975. – 255 с.
40. Велиток И.Г. Физиология молокоотдачи при машинном доении коров. - Киев: Урожай, 1974.
41. Версаль В.А. Устройство автоматического изменения режимов работы доильного аппарата / В.А. Версаль, В.П. Савров // Механизация и электрификация сельского хозяйства – 1992. – №7/8 – С. 16 – 18.
42. Вуколов Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: учебное пособие / Э. А. Вуколов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ, 2008. – 464 с.
43. Гордиевских М.Л. Повышение эффективности машинного доения коров путем совершенствования технологического процесса и технических средств учета текущих физиологических потребностей животных. Автореф. дис. докт. техн. наук. – Челябинск, 2006.
44. Горланов, С.А. Экономическая оценка проектных разработок в АПК: учеб. – метод. пособие. Ч. 1. Методические указания / С.А. Горланов, Е.В. Злобин. – Воронеж : ВГАУ, 2002. – 66 с.
45. Городецкая Т.К. О влиянии вакуума на ткани молочной железы коровы. // Материалы III Всесоюзного симпозиума по физиологическим основам машинного доения. – Боровк, 1974. – С. 74...75.
46. Доильный аппарат с управляемым режимом доения/ В.Ф. Ужик и др.// Сельские зори. – 1998. №4. С. 43.
47. Доильный аппарат. Патент РФ №2115304 / В.А. Захаров, В.Ф. Некрашевич, В.М. Ульянов, В.В. Утолин. - Оpubл. 20.07.98, бюл. №20.

48. Дриго В.Л. Устройство регулирования величины вакуума в доильном аппарате пропорционально потоку молока. / В.Л. Дриго, Н.К. Михайленко, Н.А. Остапенко. IX Междунар. симпозиум по машинному доению сельскохозяйственных животных: Тез. докл. – Оренбург, 1997. – С. 48.
49. Жиллов И. В. «Темп» – доильный аппарат низкого вакуума И. В. Жиллов // Молочное и мясное скотоводство. –1964. – № 12.
50. Иванов Ю.А. Оптимизация технических параметров доильных аппаратов / Ю.А. Иванов, Ю.А. Симарев// Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2006, №8, С. 43...47.
51. К обоснованию конструктивно-режимных параметров регулятора вакуумметрического давления адаптивного доильного аппарата / В.Ф. Ужик, В.А. Шахов, А.И. Тетерядченко, С.И. Некипелов, О.В. Китаёва, А.А. Кабашко // Известия Оренбургского аграрного университета, № 3(65). - 2017. – С.101-105.
52. Карташов Л.П. Инженерные методы расчета биологических параметров системы «Человек – машина – животное» / Л.П.Карташов, С.А. Соловьев, И.А. Бунин. – Оренбург: Издательский Центр ОГАУ, 1997. – 72 с. [121]
53. Карташов Л.П. Машинное доение коров / Л.П. Карташов. – М.: Колос, 1982. – 301 с.
54. Карташов Л.П., Курганов Ю.Ф. Машинное доение. – М.: Высшая школа, 1980, 421с.
55. Квашенников В.И. Теоретические основы диагностирования негерметичности молокопроводов доильных установок.- Техника в сельском хозяйстве, №4, 1995, с. 12-13.
56. Келпис Э.А. Научные основы создания доильных установок для ферм промышленного типа. Автореф. дис. докт. техн. наук. - Елгава, 1973.
57. Келпис Э.А. О связи между характеристикой рабочих параметров доильного аппарата и качеством доильных раздражений вымени / Э.А. Келпис, Э.А. Матисан // Труды ЛСХА, вып. 27. – Рига, 1970.

58. Кирсанов В.В. Метод создания многофункциональной элементной базы доильного оборудования / В.В. Кирсанов // Техника и оборудование для села. – 2012. - №9. – С.16-18.
59. Кирсанов В.В. Направления совершенствования исполнительных механизмов доильных установок / В.В. Кирсанов, К.С. Щукин, В.Н. Легеза // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 1. – С. 65-67.
60. Кирсанов В.В. Оптимальный режим регулирования вакуума в доильном аппарате / В.В. Кирсанов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. – №8. – С. 16 - 18.
61. Королев В.Ф. Доильные машины / В.Ф. Королев. – М.: Машиностроение, 1969. – 280 с.
62. Королев В.Ф. Исследование основных параметров трехтактной доильной машины. // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства. – М.: Сельхозгиз, 1952, т. 16.
63. Королев В.Ф. Совершенствование доильных машин. – Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1962, №2.
64. Краснов И.Н. Доильные аппараты / И.Н. Краснов. – Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского университета, 1974. – 228 с.
65. Краснов И.Н. Новые принципы доения коров / И.Н. Краснов, Г.М. Марченко, В.Н. Скворцов // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2000, №5. – С. 40-42.
66. Кумарина А.З. Вымя, молоко, машинное доение. -Алма-Ата: Кайнар, 1969.
67. Курочкин А.А. Разработка и исследование исполнительного механизма доильного аппарата для новотельных коров. Автореф. дис. канд. техн. наук. – Рязань, 1980.
68. Лищинский С.П. Обоснование режима работы пульсатора доильного аппарата/ С.П. Лещинский, А.И. Фененко // Вісник сільськогосподарської науки. 1979. – №10. – С. 63-66.

- 69.Макаровская З.В. Технологические основы повышения эффективности работы доильных аппаратов. Автореф. дис. докт. техн. наук. – Оренбург,2004.
- 70.Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Роцин. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.
- 71.Обоснование давления сосковой резины на сосок вымени стимулирующего аппарата непрерывного доения / Д.И. Яловой, Е.А. Андрианов, В.П. Шацкий, А.А. Андрианов // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 9 (219). – С. 32-36.
- 72.Обоснование процесса выведения молока из вымени коровы стимулирующим аппаратом непрерывного доения / Д.И. Яловой, Е.А. Андрианов, В.П. Шацкий, А.А. Андрианов // Техника и оборудование для села. – 2016. – № 2. – С. 32-34.
- 73.Обоснование режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата [Текст] / С.А. Бородин, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, Т.Н. Тертычная // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 4. – С.18-23.
- 74.Огородников П.И. Разработка и исследование аппарата для доения коров без машинного додаивания. Дис. канд. техн. наук / Огородников П.И. – Оренбург, 1979. – 231 с.
- 75.Ожигов В.П. Уточнение требований к аппаратам для доения сельскохозяйственных животных / В.П. Ожигов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 12. – С. 20-22.
- 76.Парманов М.Н. Автоматизация заключительных операций при машинном доении // Механизация производственных процессов в животноводстве / Тр. ЧИМЭСХ, вып. 156. – Челябинск 1980. – С. 79...81.
- 77.Патент № 130787 RU, U1, МПК, А01J 5/00 (2006.01) Доильный аппарат / А.В. Продивлянов, О.В. Логачёва, А.С. Шумихин. - № 2013112306/13, Заявл. 19.03.2013. Оpubл. 10.03.2013. Бюл. № 22.

78. Патент № 154349 RU, U1, МПК, А01J 5/013 (2006.01) Доильный аппарат / С.И. Шукин, В.В. Кирсанов, В.Н. Легеза, Д.А. Абылкасымов, Т.Н. Шукина, А.С. Шукин. - № 2015111755/13, Заявл. 31.03.2015. Оpubл. 20.08.2015. Бюл. № 23.
79. Патент № 2037292 RU, C1, МПК, А01J 5/04 (1995.01) Доильный аппарат / Трофимов А.Ф., Барановский М.В., Курак А.С., Курак Н.С. (RU). - № 4953783/15, Заявл. 24.06.1993. Оpubл. 19.06.1995.
80. Патент № 2122318 RU, А, МПК А01J 5/04 (1995.01) Доильный аппарат / Некрашевич В.Ф., Ульянов В.М., Топилин Д.Н., Утолин В.В. (RU). - № 97121761/13, Заявл. 15.12.1997. Оpubл. 27.11.1998.
81. Патент № 2129777 RU, А, МПК А01J 5/04 (1995.01) Доильный аппарат / Некрашевич В.Ф., Ульянов В.М., Утолин В.В., Топилин Д.Н. (RU). - № 98102765/13, Заявл. 04.02.1998. Оpubл. 10.05.1999.
82. Патент № 2147174 РФ, МПК А01J 5/00 (2000.01). Доильный аппарат / В.Ф. Некрашевич, В.М. Ульянов, В.В. Утолин, Б.В. Ильющенко; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГСХА. – № 99104556/13; заявл. 09.03.1999; опубл. 10.04.2000.
83. Патент № 2214089 RU, C1, МПК А01J 5/04 (2000.01) Доильный аппарат / Н.П. Ледин, А.Н. Литвинов, В.С. Самойлов, П.И. Кондейкин, Ю.В. Дульнев, Г.И. Рогинский, Н.И. Литвяков, А.Т. Коробейников. - № 2002113135/13, Заявл. 18.05.2002. Оpubл. 20.10.2003. Бюл. № 29.
84. Патент № 2220565 RU, C2, МПК А01J 5/04 (2000.01) Доильный аппарат / В.Ф. Ужик, В.В. Прокофьев, А.А. Назин. - № 2002106394/13, Заявл. 11.03.2002. Оpubл. 10.01.2004. Бюл. №1.
85. Патент № 2231252 RU, C2, МПК А01J 5/00 (2000.01) Доильный аппарат / П.И. Огородников, И.В. Крючкова, О.Н. Каденцева, И.Н. Спешилова. - № 2002118756/13, Заявл. 16.07.2002. Оpubл. 27.06.2004. Бюл. № 18.
86. Патент № 2247492 RU, C2, МПК, А01J 5/00 (2000.01) Доильный аппарат / Л.П. Карташов, З.В. Макаровская, Р.С. Куспаков, Е.С. Башкатов. - № 2003112553/13, Заявл. 28.04.2003. Оpubл. 10.03.2005. Бюл. №7.

87. Патент № 2269889 RU, C1, МПК, A01J 5/007 (2000.01), A01J 5/00 (2000.01) Двухрежимный доильный аппарат / И.К. Винников. - № 2004124115/12, Заявл. 06.08.2004. Оpubл. 20.02.2006. Бюл. № 5.
88. Патент № 2284101 RU, C2, МПК, A01J 7/00 (2006.01) Пневморегулятор вакуума доильного аппарата / А.И. Скляр. - № 2004132913/12, Заявл. 12.11.2004. Оpubл. 27.09.2006. Бюл. № 27.
89. Патент № 2318377 RU, C1, МПК, A01J 5/00 (2006.01) Доильный аппарат / В.К. Полянин, А.В. Продивлянов, Н.С. Акимов. - № 2006114923/13, Заявл. 02.05.2006. Оpubл. 10.03.2008. Бюл. № 7.
90. Патент № 2357411 RU, C1, МПК, A01J 5/04 (2006.01) Доильный аппарат / А.В. Продивлянов, Д.Ю. Кузнецов. - № 2007147159/12, Заявл. 18.12.2007. Оpubл. 10.06.2009. Бюл. № 16.
91. Патент № 2363150 RU, C1, МПК, A01J 5/00 (2006.01), A01J 5/04 (2006.01) Двухрежимный доильный аппарат / И. К. Винников, Е. В. Беннова, С. А. Дмитренко, Ю. В. Пахомов, Г. А. Падалко. - № 2008115017/12, Заявл. 16.04.2008. Оpubл. 10.08.2009. Бюл. № 22.
92. Патент № 2395196 RU, C2, МПК, A01J 5/00 (2006.01) Устройство автоматического отключения доильного аппарата / Р.Р. Лукманов, И.В. Волков, Б.Г. Зиганшин, А.А. Мустафин, И.И. Кашапов, Ф.Ф. Ситдииков. - № 2008137889/12, Заявл. 22.09.2008. Оpubл. 27.07.2010. Бюл. № 21.
93. Патент № 2410872 RU, C1, МПК, A01J 5/04 (2006.01) Доильный аппарат / В.Ф. Ужик, О.А. Чехунов. - № 2009127244/05, Заявл. 14.07.2009. Оpubл. 10.02.2011. Бюл. № 4.
94. Патент № 2440716 RU, C2, МПК, A01J 5/00 (2006.01) Двухрежимный доильный аппарат / И.К. Винников, Ю.В. Пахомов, О.Н. Бахчевников, А.В. Коваленко, И.А. Шелушина. - № 2010108555/21, Заявл. 09.03.2010. Оpubл. 27.01.2012. Бюл. № 3.
95. Патент № 2442319 РФ; МПК A01J5/00 Е.А. Андрианов, А.М. Андрианов, А.А. Андрианов, В.В. Злобин A01J5/10; Воронеж. гос. аграр. ун-т.- 2010112576/13; Заявл. 31.03.2010; Оpubл. 20.02.2012; Бюл. № 5.

96. Патент № 2444181 RU, C2, МПК, А01J 5/00 (2006.01) Устройство для автоматического изменения вакуумметрического давления и отключения доильного аппарата / В.А. Борознин, А.В. Борознин, А.С. Скориков. - № 2009144297/13, Заявл. 30.11.2009. Оpubл. 10.03.2012. Бюл. № 7.
97. Патент № 2493696 RU, C1, МПК, А01J 5/00 (2006.01) Доильный аппарат / М. Ульянов, Ю.Н. Карпов, Коледов Р.В., А.В. Набатчиков. - № 2012126476/13, Заявл. 25.06.2012. Оpubл. 27.09.2013. Бюл. № 27.
98. Патент № 2524542 РФ, МПК А01J 5/00 (2006.01). Доильный аппарат / В. М. Ульянов, Ю.Н. Карпов, В.А. Хрипин, А.В. Набатчиков; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО РГАТУ. – №2013107918/13; заявл. 21.02.2013; опубл. 27.07.2014.
99. Патент № 2556910 РФ, МПК А01J 5/04. Устройство для доения коров / Е.А. Андрианов, А.М. Андрианов, А.А. Андрианов, Д.И. Яловой; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. аграр. ун-т. – № 2013147003/13; заявл. 21.10.2013; опубл. 27.04.2015.
100. Патент № 2613499 РФ; А01J 5/00 (2006.01). Доильный аппарат / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, С.А. Бородин; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. аграр. ун-т. – №2015148119 Заявл. 09.11.2015; Опубликовано 16.03.2017.
101. Патент № 2621015 RU, C1, МПК А01J 5/04 (2006.01). Доильный аппарат / Ужик В.Ф., Тетерядченко А.И., Ужик О.В., Кутовой Д.О. - №2015150676. - Заявлено 25.11.2015; Оpubл. 30.05.2017. Бюл. №16.
102. Патент № 44228 RU, U1, МПК, А01J 5/04 (2000.01) Коллектор доильного аппарата / Складов А.И. (RU) - № 2004135496/22, Заявл. 03.12.2004. Оpubл. 10.03.2005. Бюл. № 7.
103. Патент № 61088 RU, U1, МПК, А01J 5/00 (2006.01) Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU) - № 2006127934/22, Заявл. 31.07.2006. Оpubл. 27.02.2007. Бюл. № 6.

104. Патент № 65340 RU, U1, МПК, А01J 5/12 (2006.01) Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU) - № 2007111347/22, Заявл. 27.03.2007. Оpubл. 10.08.2007. Бюл. № 22.
105. Патент № 69700 RU, U1, МПК, А01J 5/12 (2006.01) Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU) - № 2007133529/22, Заявл. 06.09.2007. Оpubл. 10.01.2008. Бюл. № 1.
106. Патент № 69701 RU, U1, МПК, А01J 7/00 (2006.01), А01J 5/10 (2006.01) Коллектор доильного аппарата / Дорофеев С.В. (RU) - № 2007125021/22, Заявл. 02.07.2007. Оpubл. 10.01.2008. Бюл. № 1.
107. Патент № RU 2337533, МПК А01J7/00. Коллектор доильного аппарата / Н.А. Петухов, В.Н. Петухов, А.А. Диденко; заявитель и патентообладатель ГНУ СибИМЭ – №2006146702/12; заявл. 26.12.2006; опубл. 10.11.2008. Бюл. №31.
108. Патент № RU №2438299, МПК А01J5/14. Электромагнитный пульсатор доильного аппарата / Н.А. Петухов, В.Н. Петухов, А.А. Диденко; заявитель и патентообладатель ГНУ СибИМЭ – №2010129637/13; заявл. 15.07.2010; опубл. 10.01.2012. Бюл. №1.
109. Патент №109956 Российская федерация, МК А01J 5/04. Доильный аппарат / Кирсанов В.В., Щукин С.И., Рыбалко А.И., Легеза В.Н., Петров И.Е., Аванесов В.Л., Серов А.Г., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия» - № 201113028/13; Заявлено 05.04.2011; Опубликовано 10.11.2011. Бюллетень № 31.
110. Патент №118839 Российская федерация, МК А01J 5/00. Доильный аппарат / Кирсанов В.В., Щукин С.И., Рыбалко А.И., Легеза В.Н., Петров И.Е., Аванесов В.Л., Серов А.Г., заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия» - № 2012115593/13; Заявлено 18.04.2012; Опубликовано 10.08.2012. Бюллетень № 22.

111. Патент №172455 РФ; А01J 5/00 (2006.01). Доильный аппарат / Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, С.А. Бородин; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. аграр. ун-т. – № №2016147854; Заявл. 06.12.2016; Опубликовано 11.07.2017.
112. Патент РФ №2189134. Доильный стакан / В.Ф. Некрашевич, В.М. Ульянов, В.В. Утолин, И.А. Москвитин. - Опубл. 20.09.02, бюл. №26.
113. Пейнович М.Л. Новое в физиологии лактации и доении / М.Л. Пейнович. Новосибирск: Зап. – Сиб. кн. изд-во, 1996.
114. Петухов Н.А. Доильный аппарат, обеспечивающий физиологические требования коров / Н.А. Петухов, В.Н. Петухов, А.А. Диденко // Вестник НГАУ. – 2012. – № 2. – С. 116-118.
115. Петухов Н.А. Доильный аппарат, соответствующий физиологическим требованиям животного / Н.А. Петухов, В.Н. Петухов, А.А. Диденко // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №10. – С. 44-46.
116. Петухов Н.А. Стимуляция рефлекса молокоотдачи микроколебаниями сосковой резины с частотой мышц // Тезисы докладов на V Всесоюзном симпозиуме по машинному доению сельскохозяйственных животных. – М., 1979. – С. 82...86.
117. Петухов Н.А. Перспективные направления разработки доильных аппаратов / Н.А. Петухов, В.Н. Петухов, А.А. Диденко // Техника и оборудование для села. – 2009. – №9. – С.23-25.
118. Петухов Н.А. Физиологическая оценка доильного аппарата «Волга» с вибропульсатором / Н.А. Петухов, Ю.М. Огнев //тез. докл. VII симп. по машин. доению с.-х. животных. – М., Л., 1988.
119. Петухов Н.А., Литман Г.Е., Петухова Р.С. К вопросу о выборе механического способа стимуляции рефлекса молокоотдачи у лактирующих животных. // Сиб. вест. с.-х. науки, 1978, №5. – С. 54...59.
120. Проничев А.Н. Совершенствование процесса машинного доения коров с разработкой доильного аппарата стимулирующего действия: автореф. дис...канд. техн. наук. – М., 2003. – 16 с.

121. Проничев Н.П. Исследования влияния вакуумного режима и конструктивных параметров исполнительных механизмов доильных аппаратов на процесс машинного доения. Дис. канд. техн. наук / Проничев Н.П. – М. 1978. 160 с. ил.
122. Расчет исполнительных механизмов биотехнической системы / Л.П. Карташов, С.А. Соловьев, А.М. Асманкин, З.В. Макаровская. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002.
123. Савельев Л.М. Теория пластин и оболочек: конспект лекций / Л.М. Савельев // Самарский государственный аэрокосмический университет. – 2013. – 45 с.
124. Соловьев С.А. Исполнительные механизмы системы человек – машина – животное / С.А. Соловьев, Л.П. Карташов – Екатеринбург: УрО РАН, 2001. – 180 с.
125. Стимулирующий доильный аппарат непрерывного доения / Д.И. Яловой, Е.А. Андрианов, А.М. Андрианов, А.А. Андрианов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 9. – С. 4-6.
126. Тенденции развития доильного оборудования за рубежом / Ю.А. Цой, Н.П. Мишуров, В.В. Кирсанов, А.И. Зеленцов (Ан. обзор). – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2000. – 76 с.
127. Теоретическое обоснование конструктивных параметров устройства управления режимом доения [Текст] / С.А. Бородин, Е.А. Андрианов, В.П. Шацкий, А.А. Андрианов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2(53) – С. 105-111.
128. Ужик В.Ф. К обоснованию направления в создании доильного аппарата с элементами управления режимом доения / В.Ф. Ужик, А.И. Тетерядченко, Д.О. Кутовой // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2016. № 3 (19). С. 166-170.

129. Ужик В.Ф., Прокофьев В.В. Определение параметров доильного аппарата с управляемым режимом работы / В.Ф.Ужик, В.В. Прокофьев // Техника в сел. хоз-ве. – 2001. – N.4. – С. 17-20.
130. Ужик О.В. Разработка и теоретическое обоснование технологий и технических средств для молочного скотоводства: дис.... д. т. н. / О.В. Ужик. – Мичуринск – наукоград РФ, 2015. – 384 с.
131. Ужик, О.В. К обоснованию конструктивных параметров регулятора вакуумметрического давления доильного аппарата / О.В. Ужик // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – N.6. – С. 73-76.
132. Ужик, О.В. К обоснованию параметров регулирующих устройств адаптивного доильного аппарата / О.В. Ужик // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4 (30). – С. 82-86.
133. Ульянов В. М. Совершенствование технологии машинного доения коров путем разработки стимулирующе-адаптированных доильных аппаратов и манипуляторов /диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук/ Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Костычева. – Рязань, 2008. – 300 с.
134. Ульянов В.М. Вопросы теории машинного доения. – Рязань: ИРИЦ ФГОУ ВПО РГСХА, 2006. – 112 с.
135. Ульянов В.М. Выведение молока из вымени коровы вакуумным доильным аппаратом /В.Ф. Некрашевич, В.М. Ульянов// Техника в сельском хозяйстве, №3, 2008.
136. Ульянов В.М. Конструкция и эксплуатация доильных аппаратов / В.М. Ульянов // Монография – Рязань, 2012. – 112 с.
137. Ульянов В.М. Физиологически адаптированный доильный аппарат /В.М. Ульянов, В.А. Хрипин // Сельский механизатор. – №1. – 2007. – С. 12...13.
138. Физиология сельскохозяйственных животных/ А.Н. Голиков, под ред. А.Н. Голикова. – М.: Агропромиздат, 1991 – 432 с.

139. Франс Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Франс Дж., Торнли Дж. Х.М. – М.: Агропромиздат, 1987.
140. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных: учебник / А.А. Халафян. – 3-е изд. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007 г. – 512 с.
141. Хамман Д. Доильная машина как источник возбудителя мастита: передача патогенных микроорганизмов при использовании стандартных и нестандартных доильных стаканов / Хамман Д., Толь А., Виттельстоун В.Г. // XXI Международный молоч. конгр.: краткие сообщ. – М, 1982. – Т.1, кн.1. – С. 106-107.
142. Щукин С. И. Обоснование параметров исполнительных механизмов доильного аппарата попарного действия: дис.... к. т. н. / С. И. Щукин. – Москва, 2006. – 146 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2613499

Доильный аппарат

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное Учреждение высшего образования "Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра 1" (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ) (RU)*

Авторы: *Андрианов Алексей Александрович (RU), Андрианов Евгений Александрович (RU), Андрианов Александр Максимович (RU), Бородин Сергей Алексеевич (RU)*

Заявка № 2015148119

Приоритет изобретения 09 ноября 2015 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 16 марта 2017 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 09 ноября 2035 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11)

2 613 499 (13) C1

(51) МПК
A01J 5/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015148119, 09.11.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.11.2015Дата регистрации:
16.03.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.11.2015

(45) Опубликовано: 16.03.2017 Бюл. № 8

Адрес для переписки:

394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, ВГАУ, зав.
сектором защиты интеллектуальной
собственности Балбековой Л.В.

(72) Автор(ы):

Андрианов Алексей Александрович (RU),
Андрианов Евгений Александрович (RU),
Андрианов Александр Максимович (RU),
Бородин Сергей Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное Учреждение высшего
образования "Воронежский государственный
аграрный университет имени императора
Петра 1" (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ)
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2442319 C2, 20.02.2012. RU
2063126 C1, 10.07.1996. US 3084714 A1,
09.04.1963. US 3172391 A1, 09.03.1965. Кептур
З.Ф. и др. Доильный аппарат АДУ 02.200,
Урожай, Минск, 1987, стр. 81-84.

(54) Доильный аппарат

(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к доильным аппаратам. Доильный аппарат содержит двухкамерные доильные стаканы, коллектор, молокосорбник, пульсатор с пульсирующим и стимулирующим блоками, устройство для управления работой доильного аппарата, включающее молоколовушку и камеру управления, внутри которой установлен подвижный элемент. Подвижный элемент выполнен в виде распределительного вала с двумя каналами. Один канал выполнен с возможностью сообщения камеры переменного вакуума стимулирующего пульсатора с атмосферным давлением при перемещении молоколовушки в

верхнее положение. Второй канал выполнен с возможностью сообщения камеры переменного вакуума стимулирующего пульсатора с вакуумметрическим давлением при перемещении молоколовушки в нижнее положение. С одной стороны распределительного вала закреплен грузовой элемент. С другой стороны распределительного вала закреплена молоколовушка. Молоколовушка снабжена ограничителями ее перемещения в крайних положениях, установленными на устройстве для управления работой доильного аппарата. Упрощается конструкция доильного аппарата. 1 ил.

RU 2 613 499 C1

RU 2 613 499 C1

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 613 499** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
A01J 5/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015148119, 09.11.2015

(24) Effective date for property rights:
09.11.2015Registration date:
16.03.2017

Priority:

(22) Date of filing: 09.11.2015

(45) Date of publication: 16.03.2017 Bull. № 8

Mail address:

394087, g. Voronezh, ul. Michurina, 1, VGPU, zav.
sektorom zashchity intellektualnoj sobstvennosti
Balbekovoj L.V.

(72) Inventor(s):

Andrianov Aleksej Aleksandrovich (RU),
Andrianov Evgenij Aleksandrovich (RU),
Andrianov Aleksandr Maksimovich (RU),
Borodin Sergej Alekseevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
obrazovatelnoe Uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Voronezhskij gosudarstvennyj
agrarnyj universitet imeni imperatora Petra 1"
(FGBOU VO Voronezhskij GAU) (RU)

(54) **MILKING UNIT**

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: milking unit comprises two-chamber teat cups, a collector, milk tank, pulsator with pulsing and stimulating blocks, control device for the milking unit operation comprising a milk trap and control chamber, within which there is a movable member installed. The movable member is designed as a two-channel camshaft. One channel is capable of communicating the alternate vacuum chamber of the stimulating pulsator with atmospheric pressure when moving the milk trap to the top position. The second

channel is capable of communicating the alternating vacuum chamber of the stimulating pulsator with vacuum pressure when moving the milk trap to the down position. There is a weight on one side of the camshaft. There is the milk trap on the other side of the camshaft. The milk trap is equipped with its movement limit stops in the end positions, installed in the control device for milking unit operation.

EFFECT: simplified design of the milking unit.

1 dwg

RU 2 613 499 C 1

RU 2 613 499 C 1

Изобретение относится к области сельского хозяйства.

Известен доильный аппарат, содержащий двухкамерные доильные стаканы, пульсатор с пульсирующим и стимулирующим блоками, выполненными в одном корпусе, коллектор, молокосорборник, молочные и воздушные патрубки (Доильный аппарат АДУ. 5 02.200 З.Ф. Кептур, В.И. Комаров, Н.М. Лукашевич и др. г. Минск: Урожай, 1987, стр. 81-84). Недостатком известного доильного аппарата является постоянство режима доения, в то время как скорость выведения молока в процессе доения изменяется. Более того, в такте сосания стенки сосковой трубки находятся в полусжатом состоянии, что в период максимальной молокоотдачи удлиняет время доения и снижает продуктивность 10 животных.

Недостатком аппарата является отсутствие возможности регулирования параметров доения при изменении скорости молоковыведения.

Известен также доильный аппарат, включающий двухкамерные доильные стаканы, коллектор, молокосорборник, пульсатор с пульсирующим и стимулирующим блоками, 15 каждый из которых содержит камеры постоянного и переменного вакуума и камеру атмосферного давления, устройство для управления работой доильного аппарата, включающее молоколовушку и камеру управления, внутри которой установлен подвижный элемент с возможностью перекрытия им отверстий, сообщающихся соответственно с атмосферой и полостью молокосорборника (патент №2442319 РФ; МПК 20 А01J 5/00, А01J 5/10; Воронеж, гос. аг-пар. ун-т.- 2010112576/13; заявл. 31.03.2010; опубл. 20.02.2012).

Недостатком известного аппарата является сложность конструкции из-за наличия крышек камеры управления, а также недостаточная надежность, так как усилие, 25 необходимое для возврата молоколовушки, зависит от вакуума.

Задача изобретения - улучшение эксплуатационных характеристик агрегата.

Технический результат - упрощение конструкции, повышение надежности и снижение затрат.

Технический результат достигается тем, что в известном доильном аппарате, содержащем двухкамерные доильные стаканы, коллектор, молокосорборник, пульсатор с пульсирующим и стимулирующим блоками, каждый из которых содержит камеры 30 постоянного и переменного вакуума и камеру атмосферного давления, устройство для управления работой доильного аппарата, включающее молоколовушку и камеру управления, внутри которой устанавливается подвижный элемент, подвижный элемент выполнен в виде распределительного вала с двумя каналами, один из которых выполнен с возможностью сообщения камеры переменного вакуума стимулирующего пульсатора с атмосферным давлением при перемещении молоколовушки в верхнее положение, а 35 второй - с возможностью сообщения камеры переменного вакуума стимулирующего пульсатора с вакуумметрическим давлением при перемещении молоколовушки в нижнее положение, при этом на выходных концах упомянутого вала закреплены с одной 40 стороны грузовой элемент, а с другой молоколовушка, снабженная ограничителями ее перемещения в крайних положениях, установленными на упомянутом устройстве.

Выполнение подвижного элемента в виде распределительного вала обеспечивает упрощение конструкции, надежность работы, а также герметичность камеры управления.

Выполнение в подвижном элементе каналов обеспечивает возможность сообщения 45 стимулирующего блока пульсатора с атмосферой или вакуумом и, как результат, надежность работы.

Снабжение подвижного элемента грузовым элементом обеспечивает повышение надежности, упрощение конструкции, удобство обслуживания за счет непосредственной

связи управляющего и исполнительного механизмов, т.к. исключаются тяги, шарниры, клапаны.

Установка грузового элемента на выходном конце вала обеспечивает надежность работы, так перемещение молоколовушки не зависит от вакуума в системе.

5 Установка ограничителей молоколовушки в устройстве для управления работой доильного аппарата обеспечивает упрощение конструкции и надежность работы.

На фиг. 1 схематично изображен доильный аппарат.

Доильный аппарат включает пульсатор 1 с пульсирующим 2 и стимулирующим 3 блоками, коллектор 4, доильные стаканы 5, молокосорбник 6, устройство 7 для
10 управления работой доильного аппарата. Камера 8 переменного вакуума пульсирующего блока 2 сообщена посредством канала 9 с входной камерой 10 переменного вакуума стимулирующего блока 3, содержащего выходную камеру 11 переменного вакуума.

Блок 2 снабжен клапаном 12 и мембраной 13, а блок 3 - клапаном 14 и мембраной
15 15. Управляющая камера 16 блока 2 сообщена дросселирующим каналом 17 с камерой 8, а управляющая камера 18 блока 3 сообщена посредством канала 19 с камерой 11.

Через большой патрубок 20 блока 2 в камере 21 постоянно распространяется вакуум. Посредством меньшего патрубка 22 камера 11 переменного вакуума блока 3 сообщена с распределительной камерой 23 коллектора 4 и с межстенными камерами 24 доильных
20 стаканов 5, снабженных сосковыми патрубками 25. Камера атмосферного давления пульсатора 1 разделена для блока 2 и блока 3. Посредством канала 26 пульсирующий блок 2 сообщен с атмосферой, а через дополнительный канал 27 и дополнительный патрубок 28 стимулирующий блок 3 сообщен с камерой управления 29 устройства 7, которое в виде отдельного узла устанавливается на молокосорбнике 6.

25 Подвижной элемент устройства 7 выполнен в виде распределительного вала 30, снабженного каналами 31 и 32, на выходных концах которого закреплены с одной стороны грузовой элемент 33, а с другой молоколовушка 34, снабженная ограничителями 40 и 41 ее перемещения в крайних положениях, установленными на упомянутом устройстве 7.

30 При этом распределительный вал 30 установлен с возможностью соединения каналов 35 атмосферного давления и 36 переменного вакуума устройства 7 с каналом 37, подключенным через шланг 38, дополнительный канал 27 и дополнительный патрубок 28 к камере 11 блока 3 стимулирующего пульсатора посредством каналов 31 и 32 распределительного вала 30. Молоколовушка 34 закреплена на выходных концах
35 распределительного вала 30 и снабжена дросселирующим отверстием 39.

Доильный аппарат работает следующим образом. В камере 21 блока 2 пульсатора 1 через большой патрубок 20, а также в молокосорбнике 6 распространяется постоянный вакуум.

40 Атмосферное давление через канал 35 устройства 7, канал 31 распределительного вала, канал 37 устройства 7 через патрубок 28 и канал 27 распространяется в камеру 11 переменного вакуума блока 3 пульсатора 1. Через патрубок 26 атмосферное давление распространяется также в камеру 8 переменного вакуума пульсирующего блока 2.

45 Под действием вакуума в камере 21 клапан 12 блока 2 займет крайнее левое положение. За счет веса грузового элемента молоколовушка 34 перемещается вверх до упора, занимая свое крайнее верхнее положение. При этом клапан 12 переключается в левое положение, так как в камере 16 атмосферное давление, а в камере 21 в это время разрежение. Происходит такт сосания. Разрежение из камеры 8 переменного вакуума блока 2 по каналу 9 распространяется в камеру 10 стимулирующего блока 3, клапан

14 которого переключается в правое положение, и в межстенные пространства 24 доильных стаканов 5 распространяется разрежение из камеры 11 через меньший патрубок 22 и из камеры 23 коллектора 4. При этом в течение одного такта, совершаемого пульсирующим блоком 2 пульсатора 1, клапан 14 стимулирующего блока 3 выполняет несколько переключений. За счет этого сосковая трубка 25 совершает микроколебания за счет настройки на повышенную частоту.

Как только разрежение из камеры 8 блока 2 через канал 17 поступит в камеру 16 блока 2 и сила, действующая на клапан 12 со стороны патрубка 26, превысит силу, действующую со стороны камеры 16, клапан 12 переключится в правое положение. Атмосферное давление через канал 9 поступит в камеру 10 блока 3. Так как в камерах 10 и 11 атмосферное давление, клапан 9 переключаться не будет, а в межстенные пространства 24 доильных стаканов 5 через патрубок 22 и камеры 23 распространится атмосферное давление. Наступит такт сжатия, и сосковая трубка 25 полностью сожмется.

В первоначальный момент молокоотдача низкая и молоко заполняет молоколовушку 34, часть молока из которой через отверстие 39 вытекает в молокосорбник 6. Во время, когда молоколовушка 34 не заполнена массой молока, в верхнем положении ее удерживает вес грузового элемента 33.

Атмосферное давление через канал 31 и шланг 38 распространяется в камере 11 блока 3 пульсатора 1 и снова начнется совместная работа блока 2 и блока 3 пульсатора 1 с микроколебаниями сосковых трубок, что приведет к более полному выдаиванию и исключит необходимость машинного додаивания.

По мере повышения интенсивности молоковыведения молоко из доильных стаканов 5 через коллектор 4 поступает в молоколовушку 34 до полного ее заполнения. После заполнения молоколовушка 34 опрокинется в нижнее положение за счет веса молока, преодолевая при этом вес грузового элемента 33. Молоко из молоколовушки 34 стечет в молокосорбник 6.

Вакуум через канал 36 устройства 7, канал 32 распределительного вала, канал 37 устройства 7 через патрубок 28 и канал 27 распространяется в камеру 11 переменного вакуума блока 3 пульсатора 1.

В результате этого клапан 14 займет свое правое положение и переключаться не будет, так как прекратится распространение атмосферного давления в камере 11 переменного давления блока 3 пульсатора 1. Блок 3 приостановит свою работу, и доильный аппарат будет работать как обычный двухтактный доильный аппарат. По мере снижения интенсивности молоковыведения поступление молока в молоколовушку 34 будет уменьшаться.

(57) Формула изобретения

Доильный аппарат, содержащий двухкамерные доильные стаканы, коллектор, молокосорбник, пульсатор с пульсирующим и стимулирующим блоками, каждый из которых содержит камеры постоянного и переменного вакуума и камеру атмосферного давления, устройство для управления работой доильного аппарата, включающее молоколовушку и камеру управления, внутри которой установлен подвижный элемент, отличающийся тем, что подвижный элемент выполнен в виде распределительного вала с двумя каналами, один из которых выполнен с возможностью сообщения камеры переменного вакуума стимулирующего пульсатора с атмосферным давлением при перемещении молоколовушки в верхнее положение, а второй - с возможностью сообщения камеры переменного вакуума стимулирующего пульсатора с вакуумметрическим давлением при перемещении молоколовушки в нижнее положение,

при этом на выходных концах упомянутого вала закреплены с одной стороны грузовой элемент, а с другой - молоколовушка, снабженная ограничителями ее перемещения в крайних положениях, установленными на упомянутом устройстве.

5

10

15

20

25

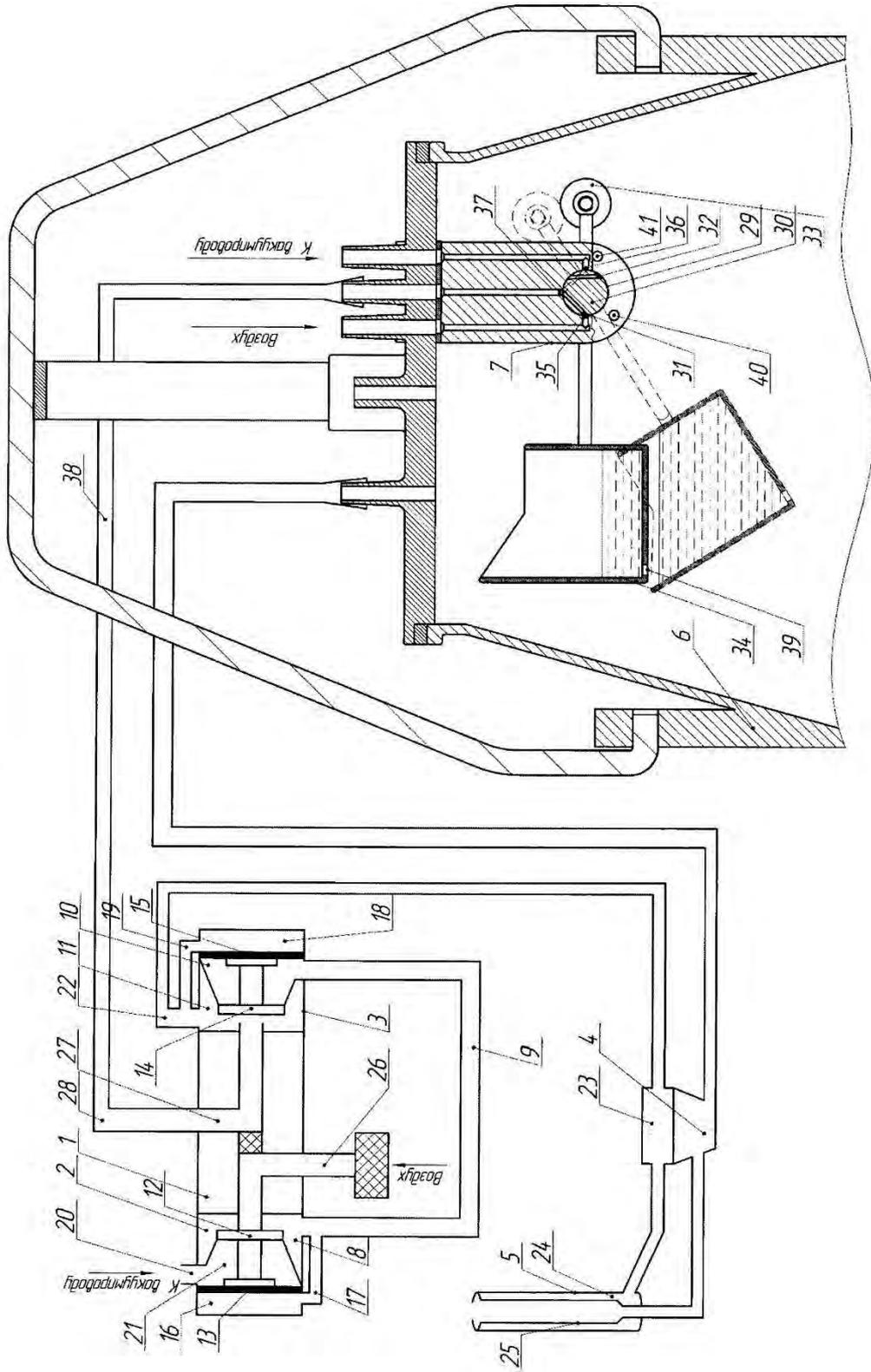
30

35

40

45

Доильный аппарат



Фиг. 1

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11)**172 455** (13) **U1**(51) МПК
A01J 5/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016147854, 06.12.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.12.2016Дата регистрации:
11.07.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.12.2016

(45) Опубликовано: 11.07.2017 Бюл. № 20

Адрес для переписки:

394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, ВГАУ, зав.
сектором защиты интеллектуальной
собственности Балбековой Л.В.

(72) Автор(ы):

Андрианов Алексей Александрович (RU),
Андрианов Евгений Александрович (RU),
Бородин Сергей Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное Учреждение высшего
образования "Воронежский государственный
аграрный университет имени императора
Петра 1" (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ)
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2442319 C2, 20.02.2012. RU
2115304 C1, 20.07.1998. RU 2122318 C1,
27.11.1998. DE 3490203 T1, 13.06.1985. CN
205546839 U, 07.09.2016.

(54) Доильный аппарат

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области сельского хозяйства, в частности к доильным аппаратам. Технический результат от использования изобретения достигается тем, что в доильном аппарате, содержащем двухкамерные доильные стаканы, коллектор, молокосорбник, пульсатор с пульсирующим и стимулирующим блоками, каждый из которых содержит камеры постоянного и переменного вакуума и камеру атмосферного давления, устройство для управления режимом работы доильного аппарата, включающее молоколовушку и сегментную заслонку, блок управления уровнем вакуума, отличающийся тем, что устройство для

управления режимом работы доильного аппарата включает распределитель, соединяющий одновременно с атмосферным давлением камеру переменного вакуума стимулирующего пульсатора и камеру переменного давления блока управления уровнем вакуума при перемещении молоколовушки в верхнее положение и с вакуумметрическим давлением соответственно - при перемещении молоколовушки в нижнее положение, блок управления уровнем вакуума имеет дополнительную камеру переменного давления, содержащую мембрану с управляющим клапаном.

RU 172455 U1

RU 172455 U1

Полезная модель относится к области сельского хозяйства.

Известен доильный аппарат, содержащий двухкамерные доильные стаканы, коллектор, молокосорборник, пульсатор с пульсирующим и стимулирующим блоками, каждый из которых содержит камеры постоянного и переменного вакуума и камеру атмосферного давления, устройство для управления работой доильного аппарата, включающее молоколовушку и камеру управления, внутри которой установлен подвижный элемент с возможностью перекрытия им отверстий, сообщающихся соответственно с атмосферой и вакуумметрическим давлением (Патент №2442319 РФ; МПК А01J 5/00 А01J 5/10; Воронеж, гос. аграр. ун-т. - 2010112576/13; Заявл. 31.03.2010; 5
10
15
20
25
30
35
40
45
Опубл. 20.02.2012).

Недостатком известного доильного аппарата является постоянство вакуумного режима доения, в то время в период низкой молокоотдачи в начале и конце доения требуется щадящий режим низкого вакуума для адекватного воздействия на молочную железу.

Известен также доильный аппарат «Нурлат», включающий аппарат четыре блока: датчик молокоотдачи, блок управления, пульсатор и коллектор. Принцип действия аппарата следующий: в датчике молокоотдачи происходит сравнение действительного уровня молокоотдачи с заданным уровнем, и в зависимости от соотношения действительного и заданного уровней молокоотдачи магнитный клапан, расположенный в блоке управления, переводит его с одного уровня вакуума на другой. Уровень вакуума, созданный блоком управления, определяет создаваемую пульсатором частоту смены тактов сжатия и сосания. (Трефилов Е.Г. Влияние технологии машинного доения на молочную продуктивность коров-первотелок черно-пестрой породы: автореф. дисс. ... канд. сельс. наук / Е.Г. Трефилов. - Ижевск, 2003. - 24 с.)

Недостатком известного аппарата является недостаточная стимуляция в период низкой молокоотдачи в начале и конце доения.

Задача полезной модели - создание доильного аппарата, обеспечивающего адекватное воздействие на молочную железу и более полную отдачу молока животными.

Технический результат - обеспечение адекватного воздействия на молочную железу и стимулирования молокоотдачи в начале и в конце доения для более полного выдаивания коров.

Технический результат достигается тем, что в доильном аппарате, содержащем содержащий двухкамерные доильные стаканы, коллектор, молокосорборник, пульсатор с пульсирующим и стимулирующим блоками, каждый из которых содержит камеры постоянного и переменного вакуума и камеру атмосферного давления, устройство для управления режимом работы доильного аппарата, включающее молоколовушку и сегментную заслонку, блок управления уровнем вакуума, отличающийся тем, что устройство для управления режимом работы доильного аппарата включает распределитель, соединяющий одновременно с атмосферным давлением камеру переменного вакуума стимулирующего пульсатора и камеру переменного давления блока управления уровнем вакуума при перемещении молоколовушки в верхнее положение и с вакуумметрическим давлением соответственно - при перемещении молоколовушки в нижнее положение, блок управления уровнем вакуума имеет дополнительную камеру переменного давления, содержащую мембрану с управляющим клапаном.

Выполнение устройства для управления режимом работы доильного аппарата с возможностью одновременного сообщения соответственно с атмосферным и вакуумметрическим давлением камеры переменного вакуума стимулирующего

пульсатора и камеры переменного давления блока управления уровнем вакуума позволяет в начале и в конце доения стимулировать молокоотдачу микроколебаниями сосковых трубок и обеспечить адекватное воздействие на молочную железу низким вакуумом 33 кПа.

5 Выполнение в блоке управления уровнем вакуума дополнительной камеры переменного давления позволяет регулировать уровень вакуума в зависимости от положения молоколовушки.

На фиг. 1 схематично изображен доильный аппарат в режиме низкой молокоотдачи, на фиг. 2 - в режиме основного доения.

10 Доильный аппарат включает пульсатор 1 с пульсирующим 2 и стимулирующим 3 блоками, коллектор 4, доильные стаканы 5, молокосорбник 6, устройство 7 для управления режимом работы доильного аппарата, блок управления уровнем вакуума 8.

15 Блок управления уровнем вакуума 8 включает подпружиненный клапан 9, мембрану 10, смотровой конус 11, управляющий клапан 12, мембрана 13, дроссельный клапан 14, отверстия А, Б, Д, Ж, а также полости В, Г, Е, И.

Камера 15 переменного вакуума пульсирующего блока 2 сообщена посредством канала 16 с входной камерой 17 переменного вакуума стимулирующего блока 3, содержащего выходную камеру 18 переменного вакуума.

20 Блок 2 снабжен клапаном 19 и мембраной 20, а блок 3 клапаном 21 и мембраной 22. Управляющая камера 23 блока 2 сообщена дросселирующим каналом 24 с камерой 15, а управляющая камера 25 блока 3 сообщена посредством канала 26 с камерой 18.

25 Через большой патрубок 27 блока 2 в камере 28 постоянно распространяется вакуум. Посредством меньшего патрубка 29 камера 18 переменного вакуума блока 3 сообщена с распределительной камерой 30 коллектора 4 и с межстенными камерами 31 доильных стаканов 5, снабженных сосковыми патрубками 32. Камера атмосферного давления пульсатора 1 разделена для блока 2 и блока 3. Посредством канала 33 пульсирующий блок 2 сообщен с атмосферой, а через дополнительный канал 34 и дополнительный патрубок 35 стимулирующий блок 3 сообщен с камерой управления 36 устройства 7, которое в виде отдельного узла устанавливается на молокосорбнике 6.

30 Подвижной элемент устройства 7 выполнен в виде секторной заслонки 37, закрепленной на валу 38, установленного в крышках 39 камеры управления 36, в стенках которой выполнены отверстия 40 и 41 посредством патрубков сообщенные соответственно с атмосферой и вакуумпроводом.

35 При этом секторная заслонка 37 установлена с возможностью перекрытия упомянутых отверстий 40 и 41. Камера 36 через отверстия 42 посредством патрубка и через шланг 43, распределитель 44 дополнительный патрубок 35 и дополнительный канал 34 сообщена с камерой 18 блока 3 стимулирующего пульсатора и камерой И переменного давления блока управления уровнем вакуума. Молоколовушка 45 закреплена на валу 38 и снабжена фиксатором 46 при ее верхнем положении и фиксатором 47 при ее нижнем положении. Молоколовушка 45 снабжена дросселирующим отверстием 48.

Доильный аппарат работает следующим образом.

45 В первоначальный момент молокоотдача низкая и молоко заполняет молоколовушку 45, часть молока из которой через отверстие 48 вытекает в молокосорбник 6. Во время, когда молоколовушка 45 не заполнена массой молока за счет разряжения сектор на заслонке 37 перемещается вниз до упора, занимая свое крайнее нижнее положение.

Одновременно молоколовушка 45 занимает свое верхнее горизонтальное положение.

Атмосферное давление через отверстия 40 и 42 устройства 7 шланг 43, распределитель 44 распространяется в камеру И переменного давления блока управления уровнем вакуума 8.

5 Подпружиненный клапан 9 находится в крайнем верхнем положении и закрывает отверстие Б, соединяющее атмосферу с внутренними полостями блока управления 8. Клапан 9 удерживается в верхнем положении за счет силы действия пружины. Отверстие А открыто, что приводит к выравниванию вакуума в полости Е и В. Созданное в полости В разрежение отжимает в верхнее положение мембрану 13, связанную с управляющим клапаном 12. Управляющий клапан 12 при этом закрывает отверстие 10 Д. За счет дросселирования клапаном 14 отверстия Ж, соединяющего полости Е и Г, в полости Г устанавливается постоянный вакуум 33 кПа. Так как в полости В установлено атмосферное давление, в смотровом конусе не видно нижнего окрашенного конца клапана 9, что соответствует режиму низкого вакуума. Такой же уровень вакуума устанавливается через большой патрубок 27 блока 2 в пульсаторе 1, молокосорнике 15 6 и коллекторе 4.

В то же время атмосферное давление через отверстия 40 и 42 устройства 7, шланг 43, распределитель 44 патрубок 35 и канал 34 распространяется в камеру 18 переменного вакуума блока 3 пульсатора 1. Через патрубок 33 атмосферное давление распространяется также в камеру 8 переменного вакуума пульсирующего блока 2.

20 Под действием вакуума в камере 28 клапан 19 блока 2 займет крайнее левое положение. При этом клапан 19 переключается в левое положение, так как в камере 23 атмосферное давление, а в камере 28 в это время разрежение. Происходит такт сосания в режиме низкого вакуума 33 кПа. Разрежение из камеры 15 переменного вакуума блока 2 по каналу 16 распространяется в камеру 17 стимулирующего блока 3, 25 клапан 21 которого переключается в правое положение и в межстенные пространства 31 доильных стаканов 5 распространяется разрежение из камеры 18 через меньший патрубок 29 и из камеры 30 коллектора 4. При этом в течении одного такта, совершаемого пульсирующим блоком 2 пульсатора 1 клапан 21 стимулирующего блока 3 выполняет несколько переключений. За счет этого сосковая трубка 32 совершает 30 микроколебания за счет настройки на повышенную частоту.

Как только разрежение из камеры 15 блока 2 через канал 24 поступит в камеру 23 блока 2 и сила, действующая на клапан 19 со стороны канала 33 превысит силу, действующую со стороны камеры 23 клапан 19 переключится в правое положение. Атмосферное давление через канал 16 поступит в камеру 17 блока 3. Так как в камерах 35 17 и 18 атмосферное давление, клапан 19 переключаться не будет, а в межстенные пространства 31 доильных стаканов 5 через патрубок 29 и камеры 30 распространится атмосферное давление. Наступит такт сжатия в режиме низкого вакуума 33 кПа и сосковая трубка 32 полностью сожмется.

Атмосферное давление через канал 38 и шланг 47 распространяется в камеру 18 40 блока 3 пульсатора 1 и снова начнется совместная работа блока 2 и блока 3 пульсатора 1 с микроколебаниями сосковых трубок в режиме низкого вакуума 33 кПа, что приведет к более полному выдаиванию и исключит необходимость машинного додаивания, а также предотвратит воздействия высокого вакуума в то время, пока молокоотдача не достигнет максимального значения.

45 По мере повышения интенсивности молоковыведения молоко из доильных стаканов 5 через коллектор 4 поступает в молоколовушку 45 до полного ее заполнения. После заполнения молоколовушка 45 опрокинется в нижнее положение за счет веса молока, преодолевая при этом при этом силу вакуума от воздействия последнего на секторную

заслонку 37. Молоко из молоколовушки 45 стечет в молокосорборник 6.

Вакуум через давление через отверстия 41 и 42 устройства 7, шланг 43, распределитель 44 распространяется в камеру И переменного давления блока управления уровнем вакуума 8.

5 За счет воздействия силы вакуума на мембрану 10 клапан 9, преодолевая сопротивление пружины устанавливается в крайнем нижнем положении и закрывает отверстие Б, соединяющее атмосферу с внутренними полостями блока управления режимом вакуума 8. Клапан 9 открывает отверстие Б, через которое воздух устремляется в полость В. Из за отсутствия разряжения в полости В мембрана 13 принимает исходное
10 положение. Связанный с мембраной 13 управляющий клапан 12 принимает крайнее нижнее положение и полностью открывает отверстие Д. При этом давление в полости Г выравнивается с давлением в полости Е и принимает вакуумметрическое значение 50 кПа. В смотровом конусе появляется нижний окрашенный конец клапана 9, что соответствует режиму основного доения. Такой же уровень вакуума устанавливается
15 через большой патрубок 27 блока 2 в пульсаторе 1, молокосорборнике 6 и коллекторе 4.

В то же время вакуум через отверстия 41 и 42 устройства 7, шланг 43, распределитель 44, патрубок 35 и канал 34 распространяется в камеру 18 переменного вакуума блока 3 пульсатора 1.

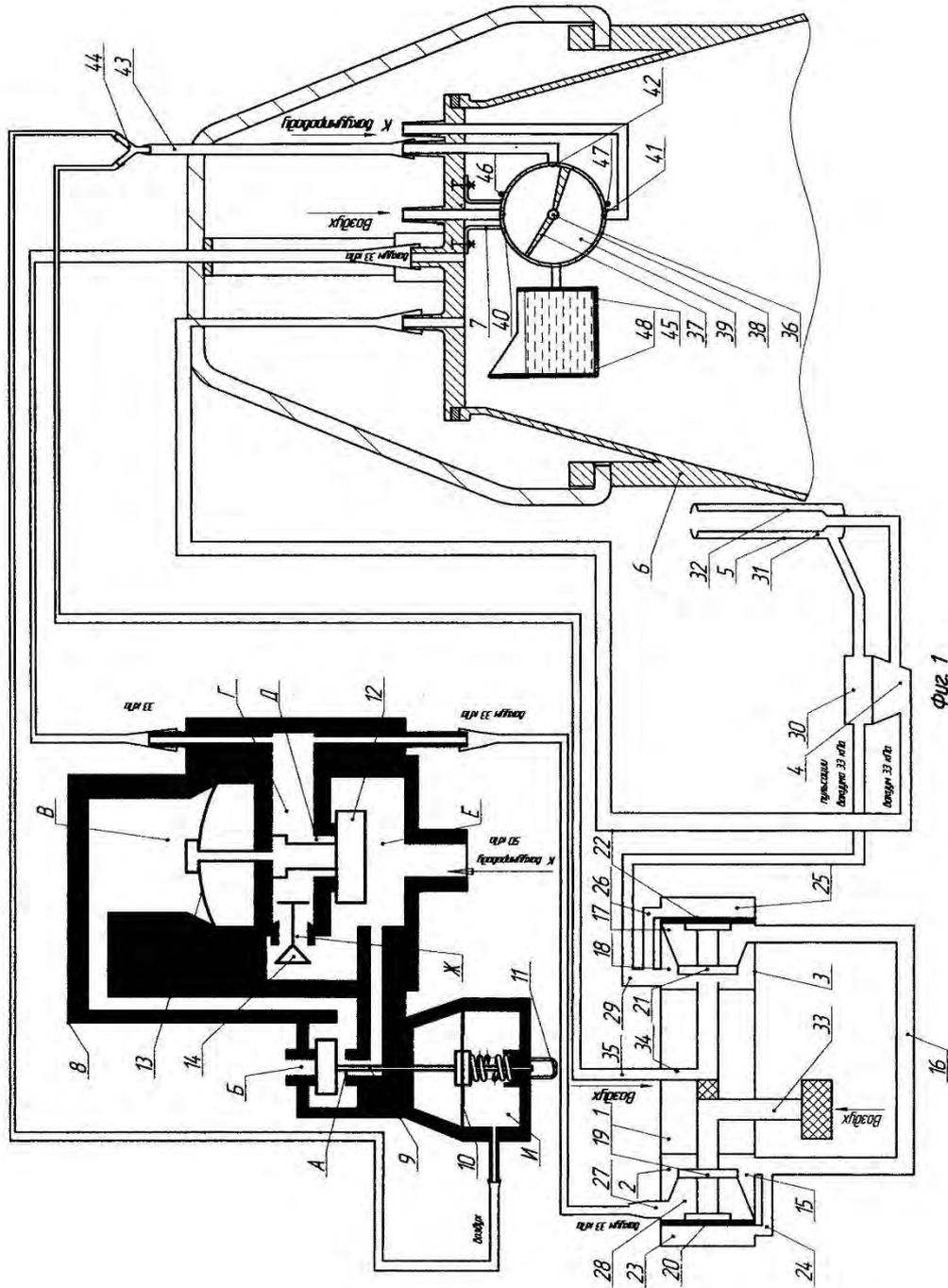
В результате этого клапан 21 займет свое правое положение и переключаться не
20 будет, так как прекратится распространение атмосферного давления в камере 18 переменного давления блока 3 пульсатора 1. Блок 3 приостановит свою работу и доильный аппарат будет работать, как обычный двухтактный доильный аппарат в режиме основного доения при вакууме 50 кПа с максимальной производительностью. По мере снижения интенсивности молоковыведения поступление молока в
25 молоколовушку 45 будет уменьшаться.

(57) Формула полезной модели

Доильный аппарат, содержащий двухкамерные доильные стаканы, коллектор, молокосорборник, пульсатор с пульсирующим и стимулирующим блоками, каждый из
30 которых содержит камеры постоянного и переменного вакуума и камеру атмосферного давления, устройство для управления режимом работы доильного аппарата, включающее молоколовушку и сегментную заслонку, блок управления уровнем вакуума, отличающийся тем, что устройство для управления режимом работы доильного аппарата включает распределитель, соединяющий одновременно с атмосферным давлением
35 камеру переменного вакуума стимулирующего пульсатора и камеру переменного давления блока управления уровнем вакуума при перемещении молоколовушки в верхнее положение и с вакуумметрическим давлением соответственно при перемещении молоколовушки в нижнее положение, блок управления уровнем вакуума имеет
40 дополнительную камеру переменного давления, содержащую мембрану с управляющим клапаном.

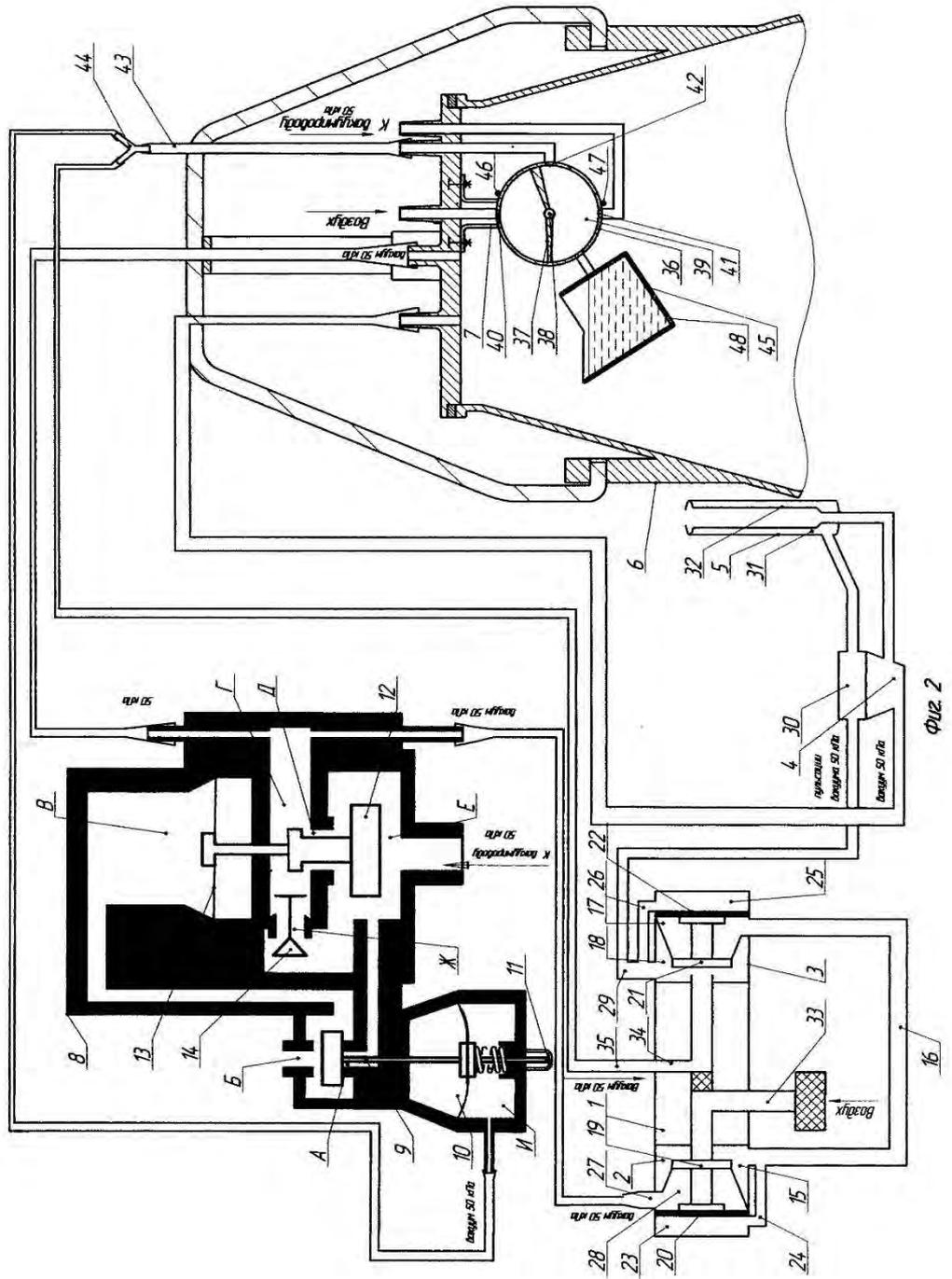
1

Доильный аппарат



Фиг. 1

2



Пульсация ВЕТРИЕВ А

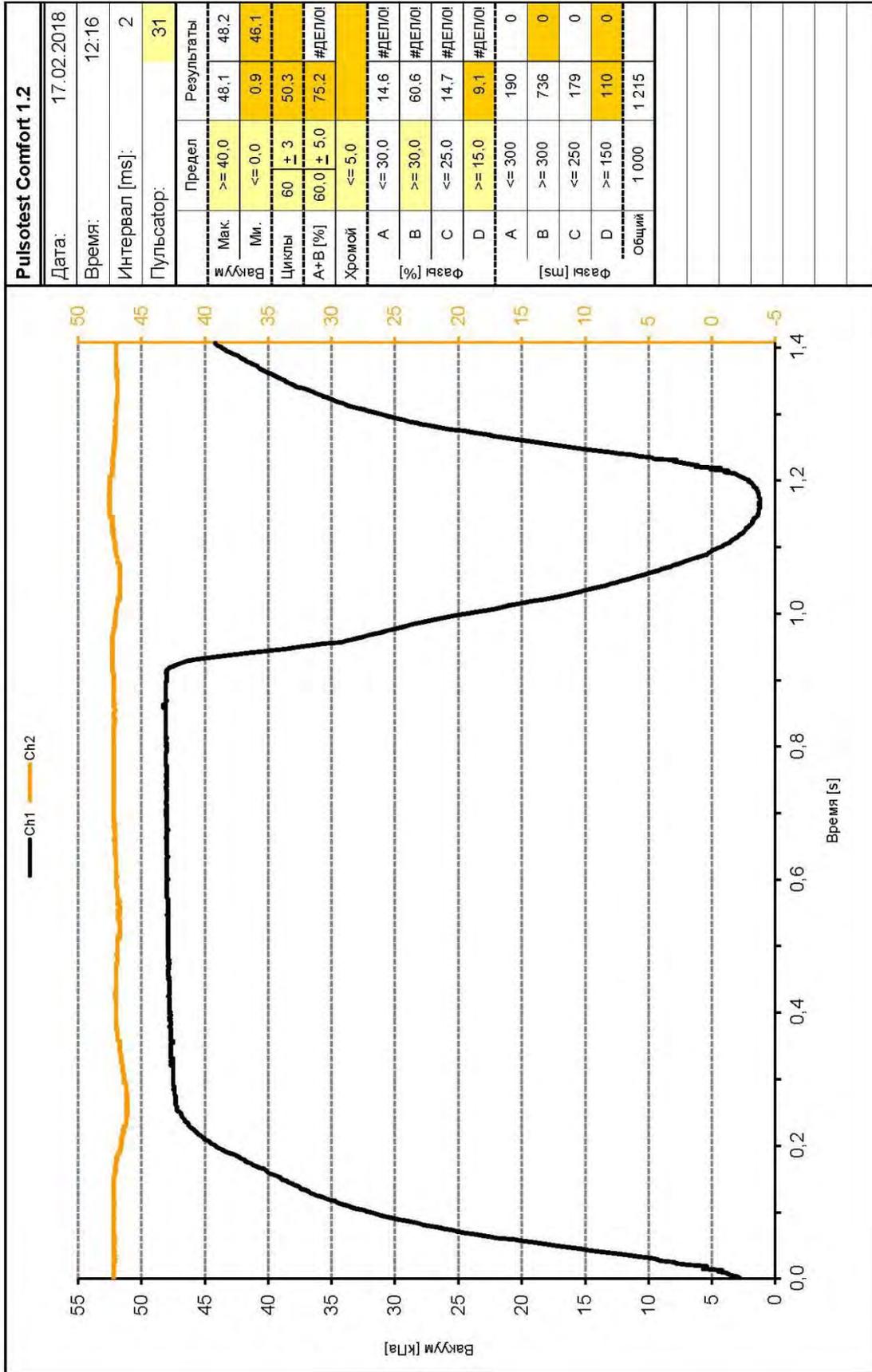


Рисунок В 1 - Осциллограмма циклический колебаний в камерах доильных стаканов испытываемого аппарата в основном режиме при вакуумметрическом давлении 48 кПа и отключенном стимулирующим блоком пульсатора

Пульсация ВЕТРИЕВ А

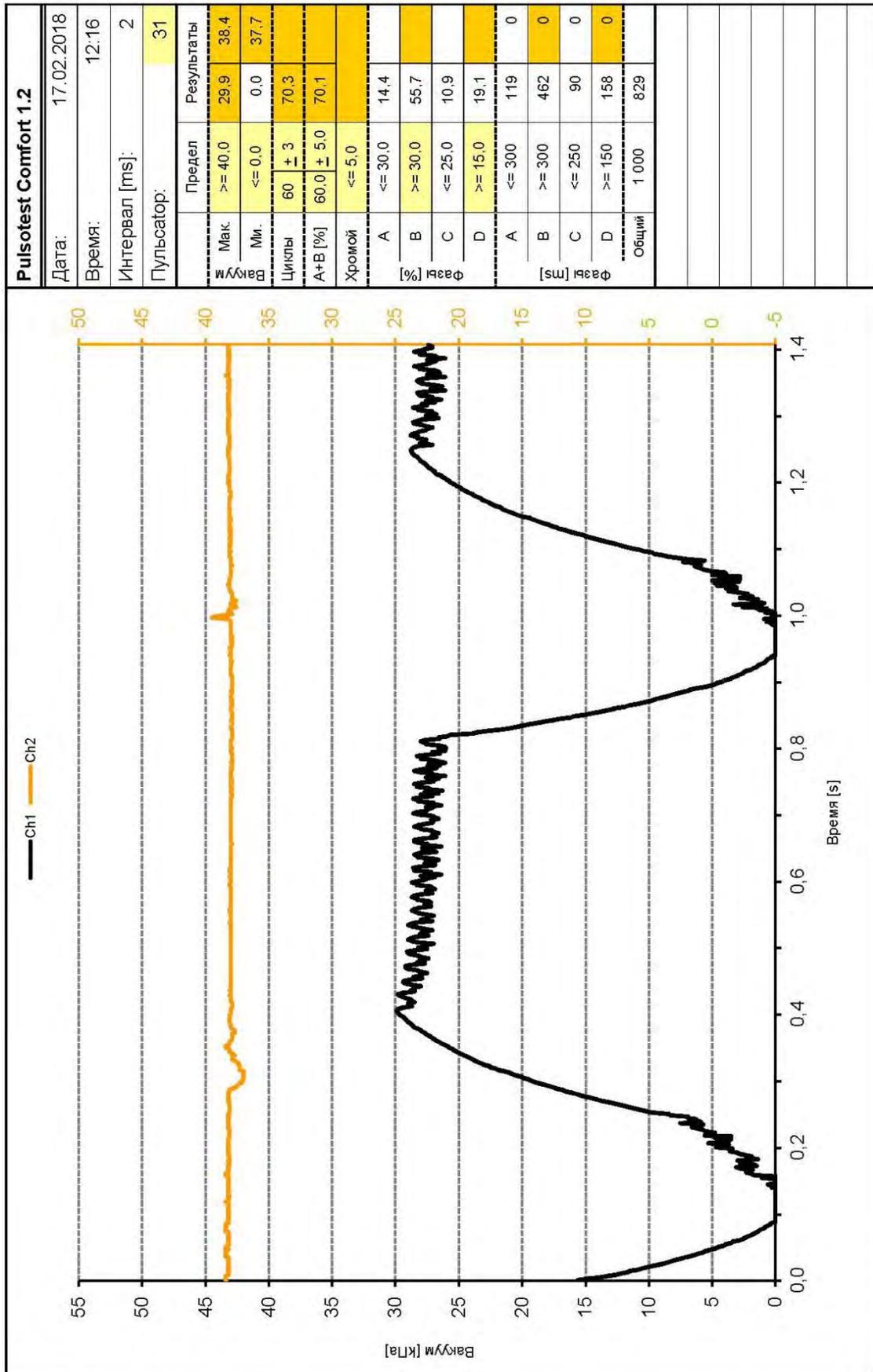
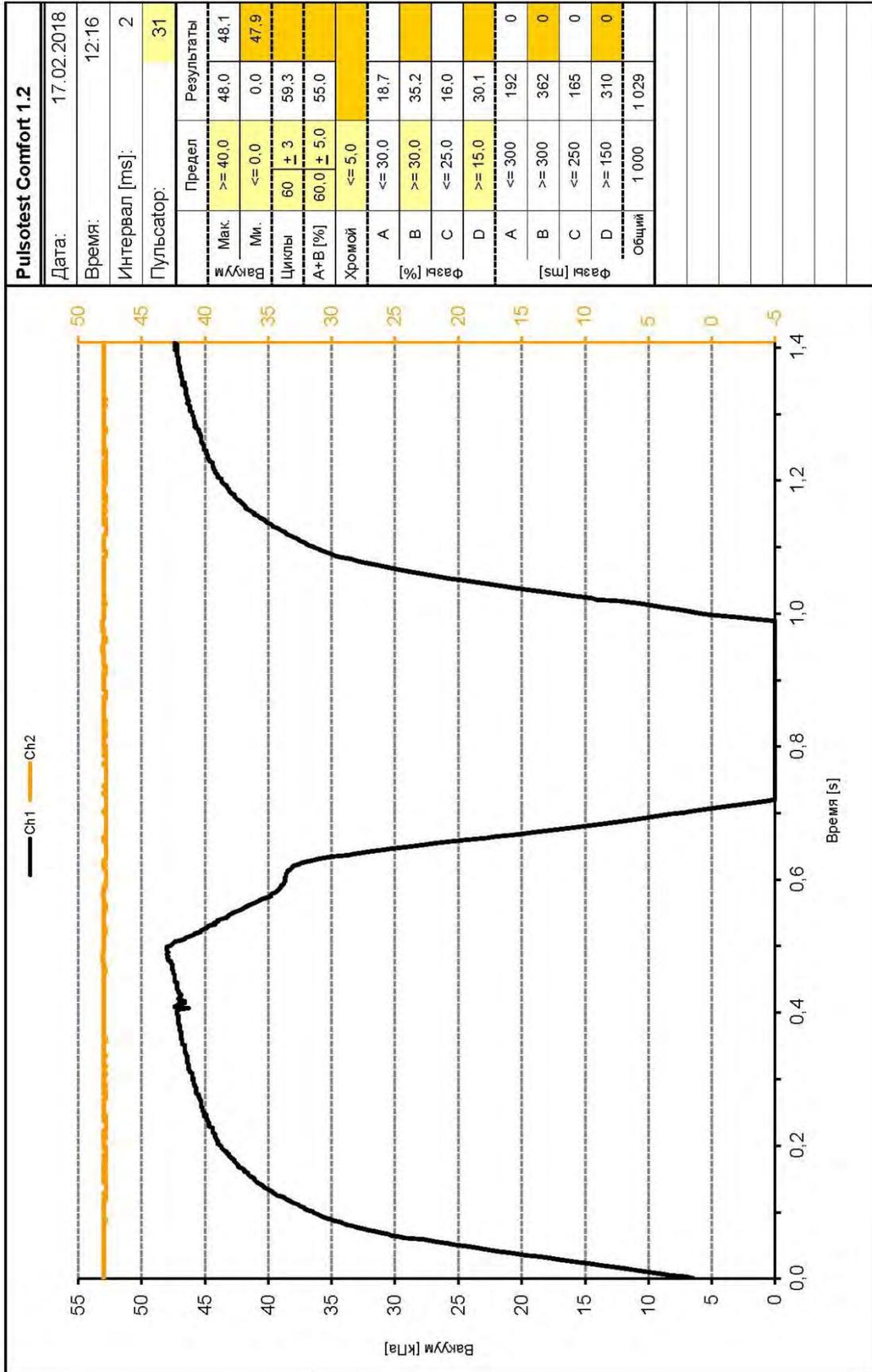


Рисунок В 2 - Осциллограмма циклических колебаний в камерах доильных стаканов испытываемого аппарата в стимулирующем режиме при вакуумметрическом давлении 38 кПа и включенным стимулирующим блоком пульсатора

Пульсация ВЕТРИЕВ А



· AH P Ahob Ebreh

Sheet 1 / 1

Рисунок Г 1 - Осциллограмма колебаний в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов аппарата «Нурлат» при вакуумметрическом давлении 48 кПа

Пульсация ВЕТРІЕВ А

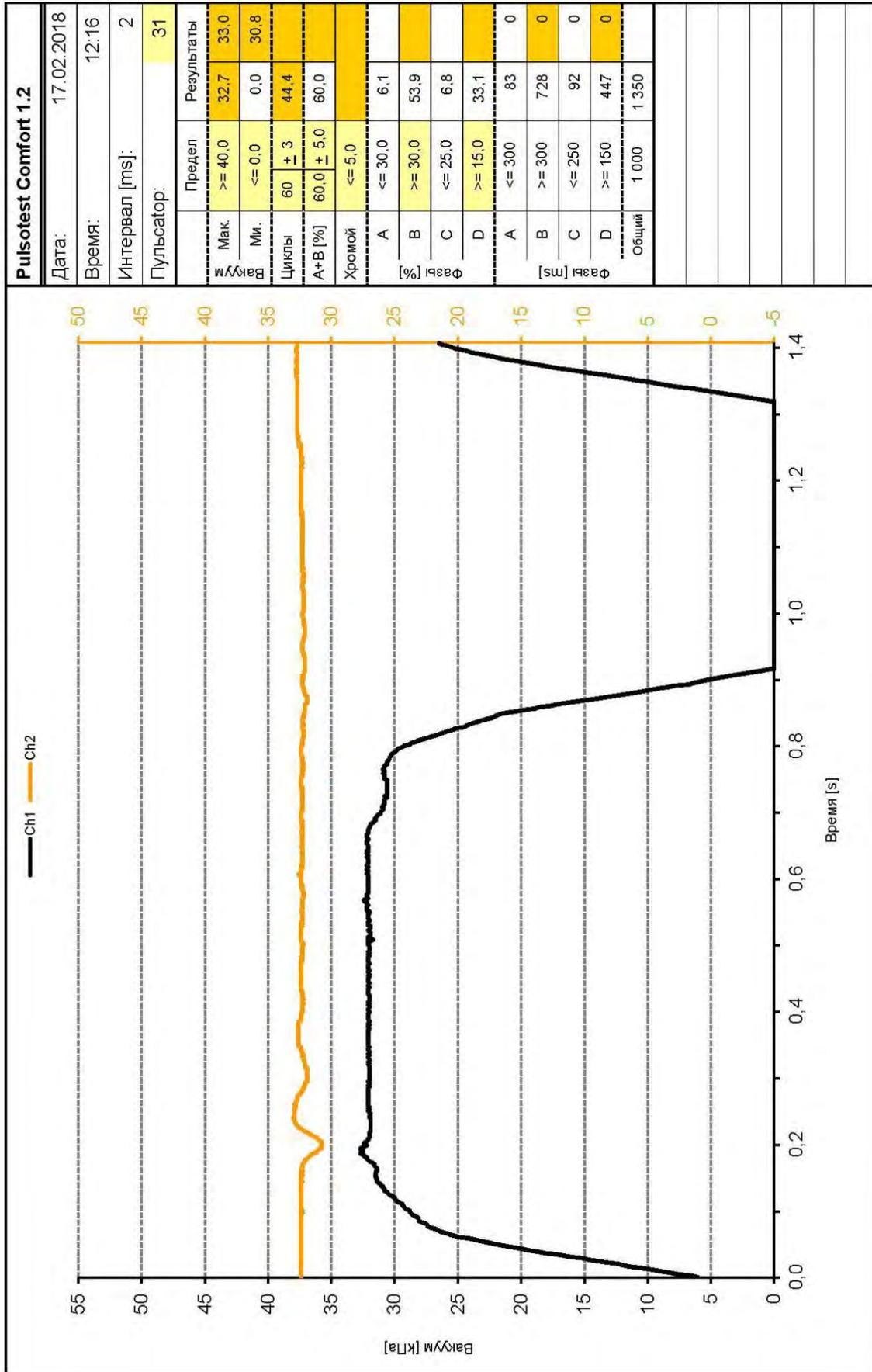


Рисунок Г 2 - Осциллограмма колебаний в межстенных и подсосковых камерах доильных стаканов аппарата «Нурлат» при вакуумметрическом давлении 33 кПа

Пульсация ВЕТРИЕВ А

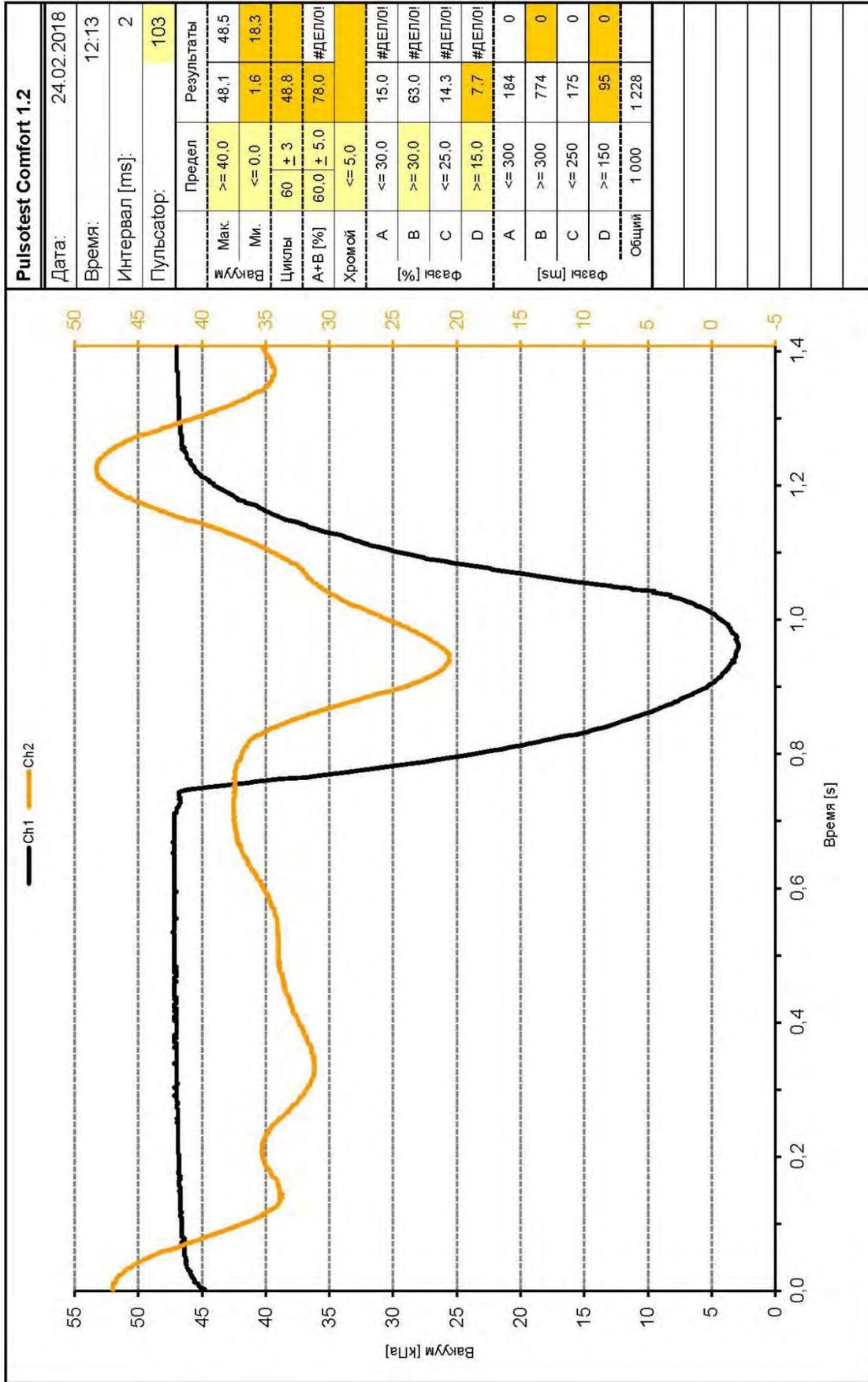


Рисунок Д 1 - Осциллограмма изменения давления в камерах доильных стаканов аппарата МСДА в основном режиме доения при выведении жидкости, имитирующей молоко

Пульсация ВЕТРИЕВ А

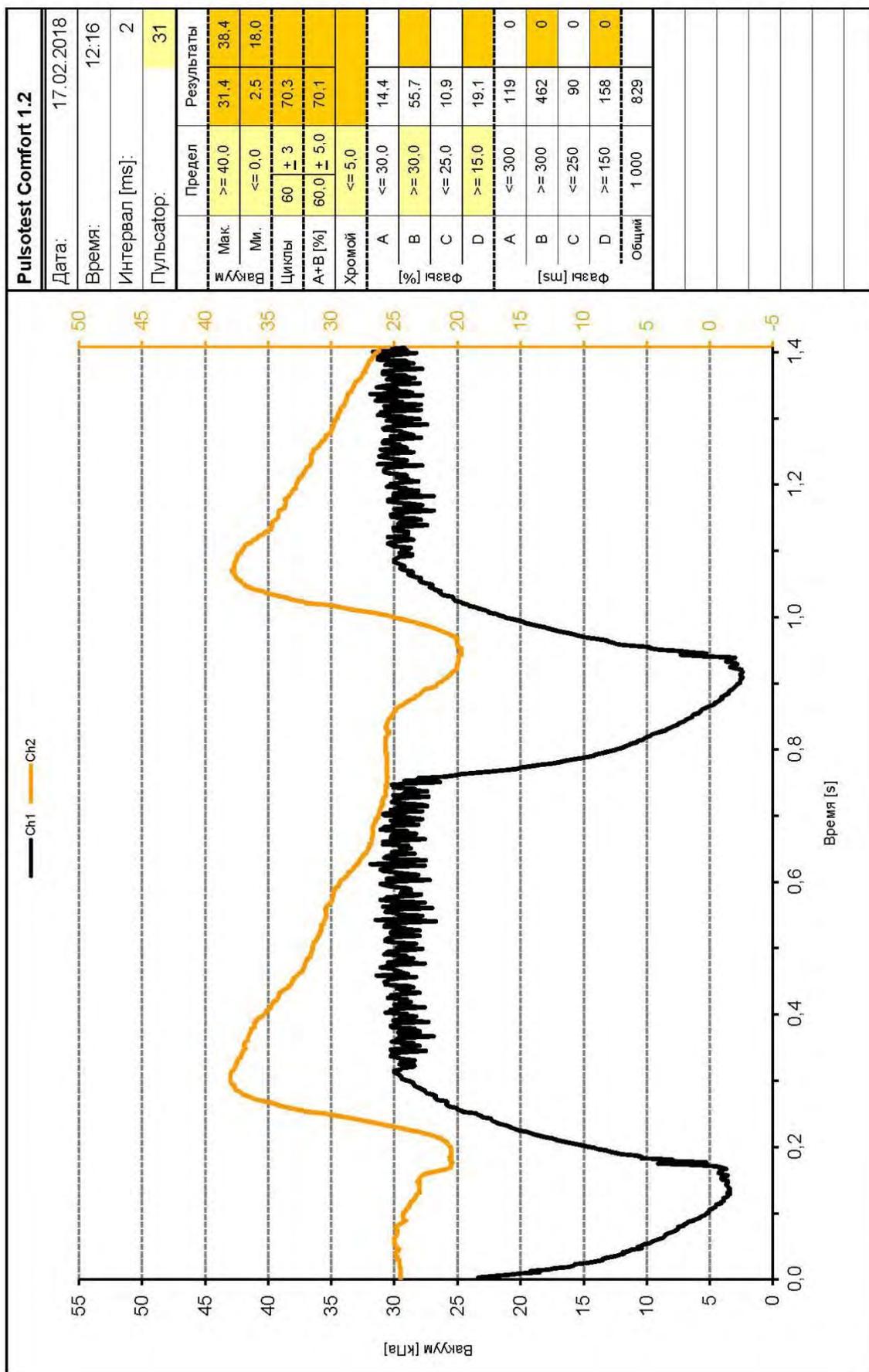
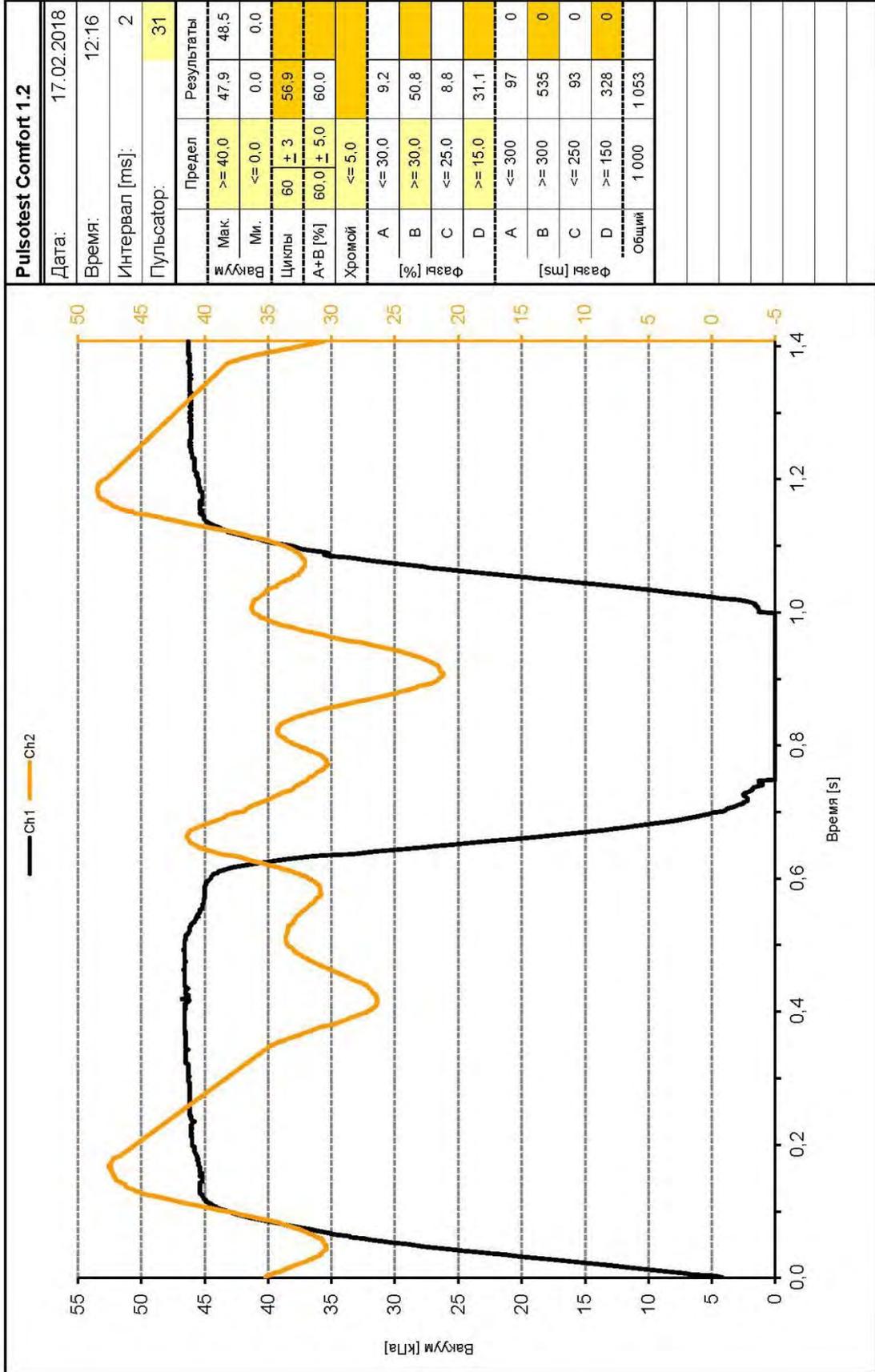


Рисунок Д 2 - Осциллограмма изменения давления в камерах доильных стаканов аппарата МСДА в стимулирующем режиме доения при выведении жидкости, имитирующей молоко

Пульсация ВЕТРИЕВ А



А.Н.Р. Ахоб Ebreh

Sheet 1 / 1

Рисунок Е 1 - Осциллограмма изменения давления в камерах доильных стаканов аппарата «Нурлат» в основном режиме доения при выведении жидкости, имитирующей молоко

Пульсация ВЕТРІЕВ А

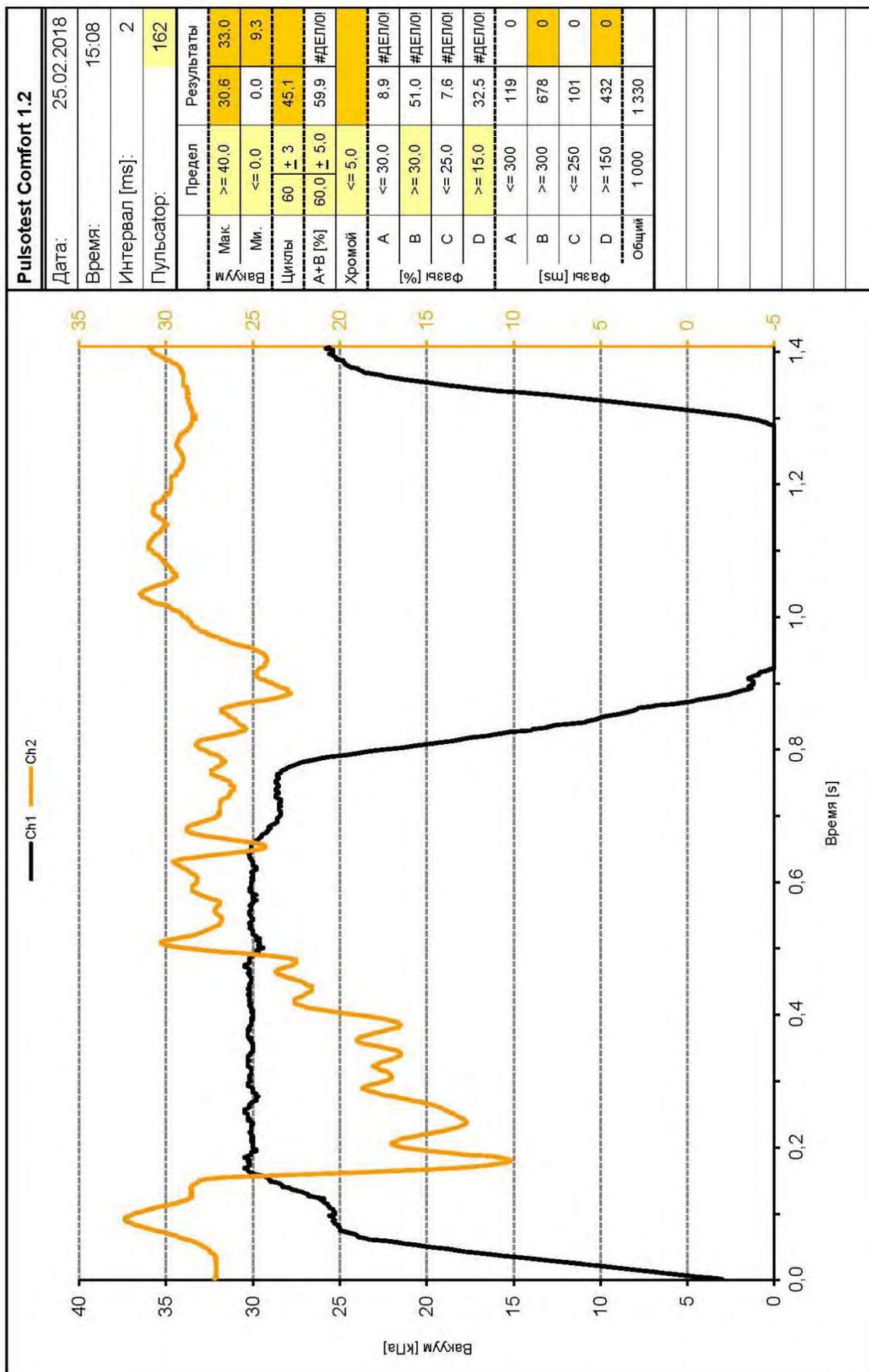


Рисунок Е 2 - Осциллограмма изменения давления в камерах доильных стаканов аппарата «Нурлат» в стимулирующем режиме доения при выведении жидкости, имитирующей молоко

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Таблица Ж 1 - Матрица плана проведения эксперимента по определению времени работы высокочастотного блока в зависимости от диаметра жиклера и интенсивности выведения жидкости

Уровень и интервал варьирования	Факторы			Определяемый параметр
	Диаметр жиклера, $d_{жс}$, м	Интенсивность выведения жидкости Q , л/мин	Масса грузового элемента $m_{гр}$, кг	Время работы высокочастотного блока t_c , с
	X_1	X_2	X_3	Y
Верхний уровень (+)	0,007	1,0	0,60	–
Основной уровень (0)	0,006	0,75	056	–
Нижний уровень (-)	0,005	0,5	0,52	–
Интервал варьирования	0,001	0,25	0,04	–
1	1	1	0	30
2	-1	-1	0	33
3	1	-1	0	54
4	-1	1	0	20
5	1	0	1	49
6	-1	0	-1	23
7	1	0	-1	36
8	-1	0	1	30
9	0	1	1	28
10	0	-1	-1	41
11	0	1	-1	22
12	0	-1	1	50
13	0	0	0	32
14	0	0	0	33
15	0	0	0	31

Таблица Ж 2 - Результаты экспериментальных данных по определению времени работы высокочастотного блока вибропульсатора

	Время работы высокочастотного блока t_c , с			
	1-я повторность	1-я повторность	1-я повторность	Среднее значение
1	31	30	29	30
2	35	33	31	33
3	52	54	56	54
4	18	20	22	20
5	47	49	51	49
6	25	23	22	23

	Время работы высокочастотного блока t_c , с			
	1-я повторность	1-я повторность	1-я повторность	Среднее значение
7	34	36	39	36
8	28	30	32	30
9	26	28	30	28
10	39	41	44	41
11	21	22	24	22
12	49	50	52	50
13	34	32	30	32
14	32	33	34	33
15	30	31	32	31

Таблица Ж 3 - Результаты опытов по определению уровня жидкости в молоколовушке, при котором происходит ее опрокидывание

Масса грузового элемента $m_{гр}$, кг	Уровень жидкости в молоколовушке h , м			
	1-я повторность	2-я повторность	3-я повторность	Среднее значение
0,523	0,049	0,047	0,051	0,049
0,540	0,052	0,05	0,054	0,052
0,562	0,058	0,055	0,055	0,056
0,579	0,059	0,056	0,062	0,059
0,595	0,065	0,062	0,059	0,062

Таблица Ж 4 - Результаты опытов по определению конструктивных параметров устройства переключения магнитного клапана блока управления уровнем вакуума

Диаметр мембраны d_m , м	Масса грузового элемента магнитного клапана $m_{гр.кл}$, кг			
	1-я повторность	2-я повторность	3-я повторность	Среднее значение
0,03	0,82	0,78	0,8	0,80
0,04	1,46	1,44	1,46	1,45
0,05	2,21	2,18	2,21	2,20

STATISTICA 64 - Workbook2 - [Regression Summary for Dependent Variable: t,c (Spreadsheet1)]

File Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Window Scorecard Help

Arial 10 B I U

Workbook2 - Regression Summary for Dependent Variable: t,c (Spreadsheet1)

Multiple Regression (Sp...)

Regression results di...

Summary Statisti...

Regression Sumr...

	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(5)	p-value
N=15						
Intercept			32.00000	0.695222	46.0285	0.000000
x1	0.579425	0.031325	7.87500	0.425735	18.4974	0.000008
x2	-0.717384	0.031325	-9.75000	0.425735	-22.9016	0.000003
x3	0.321903	0.031325	4.37500	0.425735	10.2764	0.000150
x1x2	-0.143075	0.031325	-2.75000	0.602080	-4.5675	0.006016
x1x3	0.078041	0.031325	1.50000	0.602080	2.4914	0.055069
x2x3	-0.039021	0.031325	-0.75000	0.602080	-1.2457	0.268070
x1x1	0.037697	0.031498	0.75000	0.626664	1.1968	0.285026
x2x2	0.075395	0.031498	1.50000	0.626664	2.3936	0.062108
x3x3	0.087961	0.031498	1.75000	0.626664	2.7926	0.038329

Summary Statistics; DV: t,c (Spreadsheet1) Regression Summary for Dependent Variable: t,c (Spr...

STATISTICA 64 - Workbook1 - [Regression Summary for Dependent Variable: t,c (Spreadsheet1)]

File Edit View Insert Format Statistics Data Mining Graphs Tools Data Workbook Window Scorecard Help

Arial 10 B I U

Workbook1 - Regression Summary for Dependent Variable: t,c (Spreadsheet1)

Multiple Regression (Sp...)

Regression results di...

Summary Statisti...

Regression Sumr...

	b*	Std. Err. of b*	b	Std. Err. of b	t(5)	p-value
N=15						
Intercept			555.8	172.9	3.21520	0.023591
d, м	-1.17627	0.918431	-15986.7	12482.4	-1.28074	0.256475
Q, п/мин	0.64308	0.810567	35.0	44.1	0.79338	0.463528
m, кг	-5.05139	1.516063	-1904.0	571.4	-3.33191	0.020735
x1x2	-1.36485	0.307056	-11000.0	2474.7	-4.44495	0.006734
x1x3	1.82444	0.759070	41234.1	17155.8	2.40351	0.061354
x2x3	-0.82438	0.721285	-78.4	68.6	-1.14293	0.304824
x1x1	0.66327	0.569478	750000.0	643941.6	1.16470	0.296682
x2x2	0.66648	0.286116	24.0	10.3	2.32940	0.067261
x3x3	4.86861	1.484982	1643.0	501.1	3.27856	0.021989

Summary Statistics; DV: t,c (Spreadsheet1) Regression Summary for Dependent Variable: t,c (Sp...

Рисунок Ж 1 – Скриншот получения уравнения регрессии для определения времени работы высокочастотного блока вибропульсатора в программе «Статистика 12»

Приложение 3

Значимость отдельных коэффициентов уравнения регрессии по критерию Стьюдента

Однофакторный дисперсионный анализ				
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
Столбец 1	3	90	30	1
Столбец 2	3	99	33	4
Столбец 3	3	162	54	4
Столбец 4	3	60	20	4
Столбец 5	3	147	49	4
Столбец 6	3	70	23,33333	2,3333333
Столбец 7	3	109	36,33333	6,3333333
Столбец 8	3	90	30	4
Столбец 9	3	84	28	4
Столбец 10	3	124	41,33333	6,3333333
Столбец 11	3	67	22,33333	2,3333333
Столбец 12	3	151	50,33333	2,3333333
Столбец 13	3	96	32	4
Столбец 14	3	99	33	1
Столбец 15	3	93	31	1
Дисперсия воспроизводимости				3,377778
сумма построчных дисперсий				50,666667
максимум построчных дисперсий				6,3333333

	b ₁	b ₂	b ₃	b ₁₂	b ₁₃	b ₂₃	b ₁₂₃	b ₁₁	b ₂₂	b ₃₃	b ₀	знач	
1													1
2	7,875	9,75	4,375	2,75	1,5	0,75	0	0,75	1,5	1,75	32	незнач	0
3	знач	знач	знач	знач	знач	знач	незнач	знач	знач	знач	знач		
4	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1		10

Число степеней свободы, ν					
	80	90			
110	1,2893	1,6588			

Рисунок 3 1 – Скриншот определения значимости отдельных коэффициентов уравнения регрессии по критерию Стьюдента в программе Microsoft Excell

Приложение И

Проверка однородности коэффициентов уравнения регрессии по критерию Кохрена

План ПФЭ 3х3 2-го порядка - Excel

Формула: =СУММ(P3:P17)/(15)

Однофакторный дисперсионный анализ				
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
Столбец 1	3	90	30	1
Столбец 2	3	99	33	4
Столбец 3	3	162	54	4
Столбец 4	3	60	20	4
Столбец 5	3	147	49	4
Столбец 6	3	70	23,33333	2,3333333
Столбец 7	3	109	36,33333	6,3333333
Столбец 8	3	90	30	4
Столбец 9	3	84	28	4
Столбец 10	3	124	41,33333	6,3333333
Столбец 11	3	67	22,33333	2,3333333
Столбец 12	3	151	50,33333	2,3333333
Столбец 13	3	96	32	4
Столбец 14	3	99	33	1
Столбец 15	3	93	31	1
Дисперсия воспроизводимости				3,377778

Адекватн. модели по кр. Фишера

План ПФЭ 3х3 2-го порядка - Excel

Формула: =ЕСЛИ(C8<C9;C11;C12)

Число измерений, k	Число степеней свободы, v										
	1	2	3	4	5	6	8	10	16	36	∞
2	9985	9750	9392	9057	8772	8534	8159	7880	7341	6602	5000
3	9669	8709	0797	7454	7071	6771	6333	6025	5466	4748	3333
4	9065	7679	6841	6287	5895	5598	5175	4884	4366	3720	2500
5	8412	6838	5981	5441	5065	4783	4387	4118	3645	3066	2000
6	7808	6161	5321	4803	4447	4184	3817	3568	3135	2612	1667
7	7271	5612	4800	4307	3974	3726	3384	3154	2756	2278	1429
8	6798	5157	4377	3910	3595	3362	3043	2829	2462	2022	1250
9	6385	4775	4027	3584	3276	3067	2768	2568	2226	1820	1111
10	6020	4450	3733	3311	3029	2823	2541	2353	2032	1655	1000
12	5410	3924	3264	2880	2624	2439	2187	2020	1737	1403	0833
15	4709	3346	2758	2419	2195	2034	1815	1671	1429	1144	0667
20	3894	2705	2205	1921	1735	1602	1422	1303	1108	0879	0500
24	3434	2354	1907	1656	1493	1374	1216	1113	0942	0743	0417
30	2929	1980	1593	1377	1237	1137	1001	0921	0771	0604	0333
40	2370	1576	1259	1082	0968	0887	0795	0713	0595	0462	0250
60	1737	1131	0895	0765	0682	0623	0552	0497	0411	0316	0167
120	0998	0632	0495	0419	0371	0337	0292	0266	0218	0165	0083
∞	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000

Оценки однородности коэфф. однородно
однородно
неоднородно

Критические значения коэффициента Кохрена (G-критерия) для доверительной вероятности $p = 95\%$ и числе степеней свободы v

Все значения G-критерия меньше единицы, поэтому в таблице приведены лишь десятичные знаки, следующие после запятой, перед которой при использовании таблицы нужно ставить точку. Например, при $k = 6, v = 3$ имеем $G_{0,95} = 0.5321$.

Однородность по крит. Кохрена

Рисунок И 1 – Скриншот определения однородности коэффициентов уравнения регрессии по критерию Кохрена в программе Microsoft Excel

Приложение К

Проверка значимости уравнения регрессии по критерию Фишера

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Знач. эксперимента	Знач. модельные	Разница	Квадрат разницы		Критерий оптимизации				
2	30	29,625	0,375	0,140625		Номер опыта	1-я повт.	2-я повт.	3-я повт.	Среднее
3	33	33,375	-0,375	0,140625		1	31	30	29	30,0
4	54	54,625	-0,625	0,390625		2	35	33	31	32,9
5	20	19,375	0,625	0,390625		3	52	54	56	54,0
6	49	48,25	0,75	0,5625		4	18	20	22	19,9
7	23	23,75	-0,75	0,5625		5	47	49	51	48,9
8	36	36,5	-0,5	0,25		6	25	23	22	23,3
9	30	29,5	0,5	0,25		7	34	36	39	36,2
10	28	29,125	-1,125	1,265625		8	28	30	32	29,9
11	41	39,875	1,125	1,265625		9	26	28	30	27,9
12	22	21,875	0,125	0,015625		10	39	41	44	41,2
13	50	50,125	-0,125	0,015625		11	21	22	24	22,3
14	32	32	0	0		12	49	50	52	50,3
15	33	32	1	1		13	34	32	30	31,9
16	31	32	-1	1		14	32	33	34	33,0
17	Дисперсия адекватности			4,35		15	30	31	32	31,0

	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
1	ци		ИТОГИ									
2			Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия			Количество повторностей n	3	
3			Столбец 1	3	90	30	1			Количество опытов N	15	
4			Столбец 2	3	99	33	4			Кол. коэфф. уравн. регрессии k	10	
5			Столбец 3	3	162	54	4			Степень свободы 1	30	
6			Столбец 4	3	60	20	4			Степень свободы 2	5	
7			Столбец 5	3	147	49	4			F-расчетное	1,287828947	
8			Столбец 6	3	70	23,3333	2,3333333			F-табл	2,533554548	
9			Столбец 7	3	109	36,3333	6,3333333			Оценка адекватности модели	адекватна	
10			Столбец 8	3	90	30	4				адекватна	
11			Столбец 9	3	84	28	4				неадекватна	
12			Столбец 10	3	124	41,3333	6,3333333					
13			Столбец 11	3	67	22,3333	2,3333333					
14			Столбец 12	3	151	50,3333	2,3333333					
15			Столбец 13	3	96	32	4					
16			Столбец 14	3	99	33	1					
17			Столбец 15	3	93	31	1					
18			Дисперсия воспроизводимости					3,377778				
19			сумма построчных дисперсий					50,666667				

Рисунок К 1 – Скриншот определения значимости уравнения регрессии по критерию Фишера в программе Microsoft Excel

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

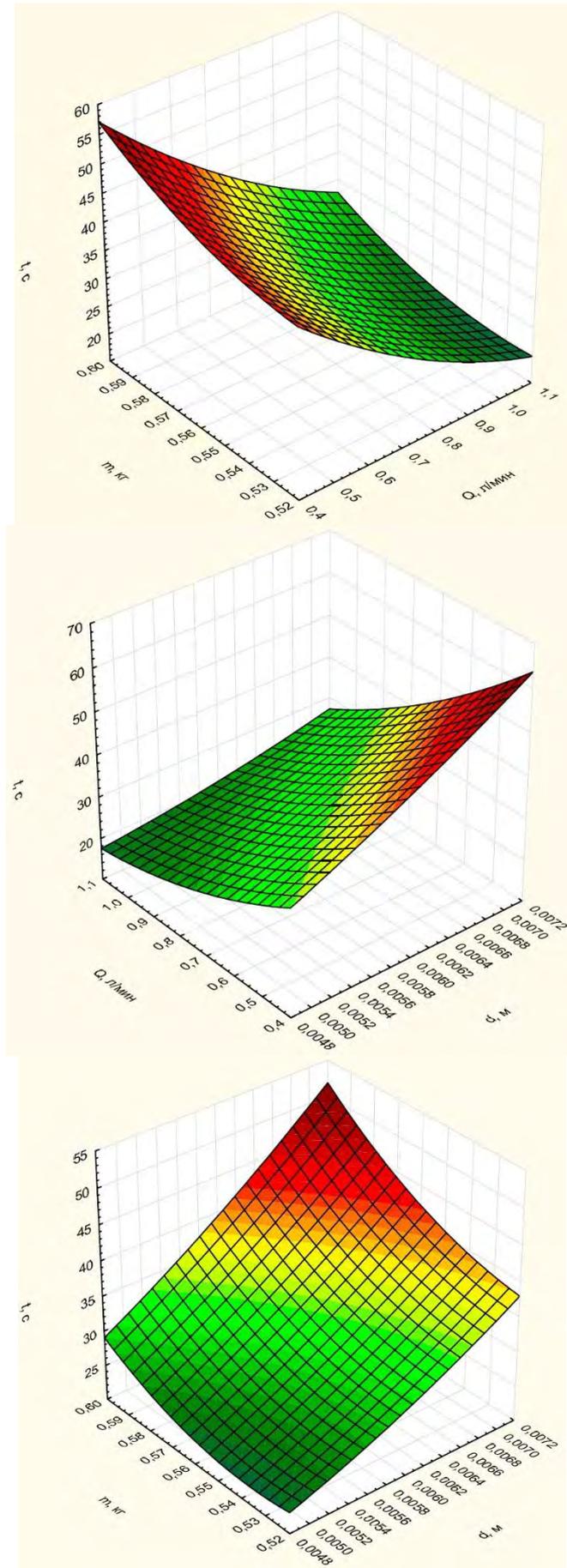


Рисунок Л 1 - Поверхности отклика, характеризующие время работы высокочастотного блока в зависимости от интенсивности выведения жидкости и массы грузового элемента при фиксированных на нулевом уровне одного из трех факторов эксперимента

Приложение М

Таблица М 1 - Теоретическое значение массы грузового элемента от уровня жидкости в молокочувшке

№	Уровень жидкости в молокочувшке h , м	Масса грузового элемента $m_{гр}$, кг
1	0,04	0,485488
2	0,045	0,526187
3	0,05	0,566885
4	0,055	0,607584
5	0,06	0,648282

Таблица М 2 - Теоретическое значение средней интенсивности молоковыведения от времени работы высокочастотного блока и диаметра жиклера

Время работы высокочастотного блока пульсатора (до достижения $h=0.049$ м) t_c , с	Величина средней интенсивности молоковыведения Q , л/мин при диаметре жиклера d , м		
	0,005	0,006	0,007
20	0,87	1,08	1,38
25	0,70	0,86	1,11
30	0,58	0,72	0,94
35	0,50	0,62	0,81
40	0,44	0,54	0,70
45	0,39	0,48	0,63
50	0,35	0,43	0,55
55	0,32	0,39	0,5

Таблица М 3 - Теоретическое значение массы груза магнитного клапана от диаметра мембраны

№ опыта	d_m – диаметр мембраны, м	Масса грузового элемента магнитного клапана $m_{гр.кл}$, кг
1	0,03	0,864954
2	0,04	1,537696
3	0,05	2,40265

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Программа аппроксимации кривой молокоотдачи

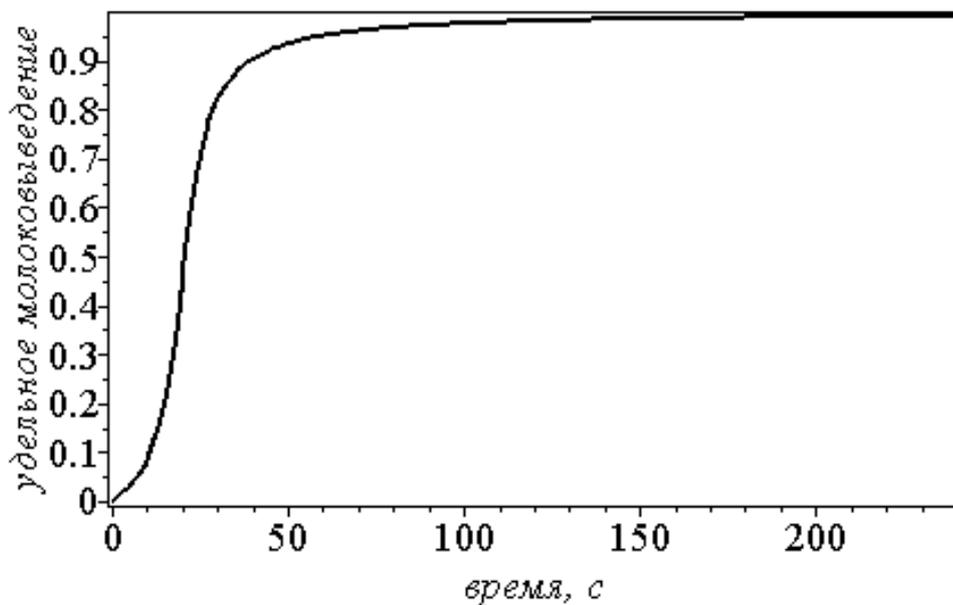
```

> restart:
Digits:=4:
A:=.175:
B:=20:
v1:=t->(arctan(A*(t-B))+arctan(A*B))/(Pi/2+arctan(A*B));
evalf(v1(250));
plot(v1(t),t=0..240,labels=[`время, с`,`удельное
молоковыведение`],labeldirections=[HORIZONTAL,VERTICAL],font=[TIME
S,ROMAN,14],axes=boxed,style=line,linestyle=1,thickness=2,color=bl
ack);
2/60*int(v1(t),t=0..50);

```

$$v1 := t \rightarrow \frac{\arctan(A(t-B)) + \arctan(AB)}{\frac{1}{2}\pi + \arctan(AB)}$$

0.9913



0.9087

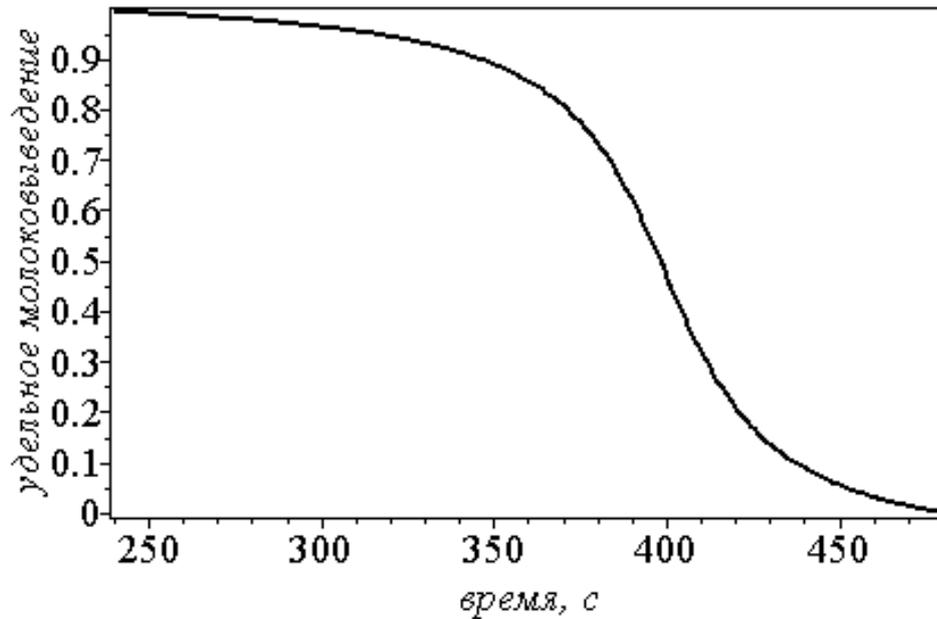
```

> v2:=t->(arctan(.25*A*((480-t)-
4*B))+arctan(A*B))*1.045/(Pi/2+arctan(A*B));
evalf(v2(240));
plot(v2(t),t=240..480,labels=[`время, с`,`удельное
молоковыведение`],labeldirections=[HORIZONTAL,VERTICAL],font=[TIME
S,ROMAN,14],axes=boxed,style=line,linestyle=1,thickness=2,color=bl
ack);
1.2/60*(int(v1(t),t=0..240)+int(v2(t),t=240..480));

```

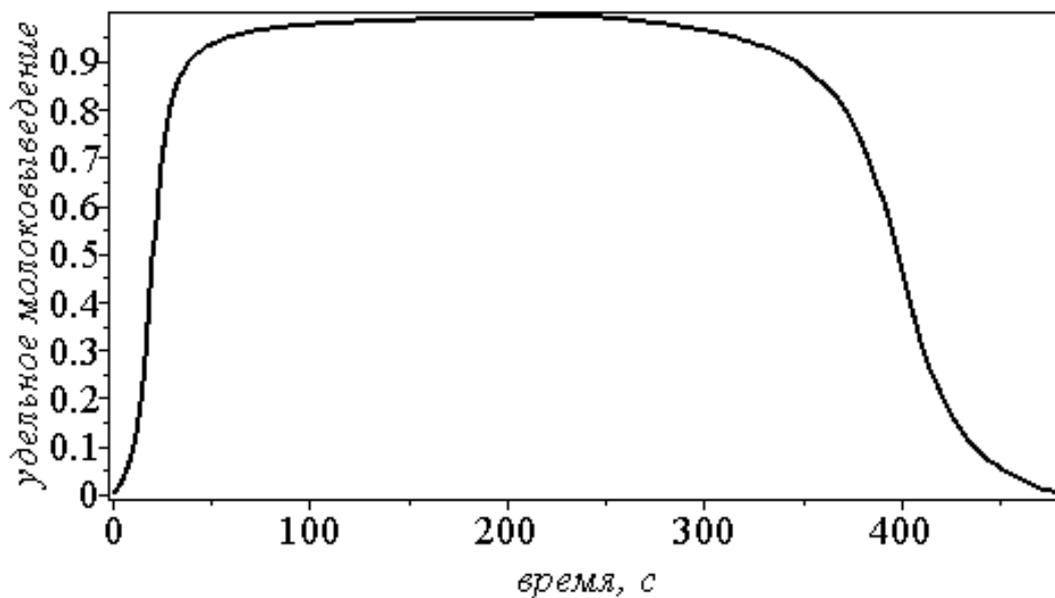
v2 := t

$$\rightarrow \frac{1}{\frac{1}{2}\pi + \arctan(AB)} \left((\arctan(0.25A(480-t) - 4B) + \arctan(AB)) \cdot 1.045 \right)$$



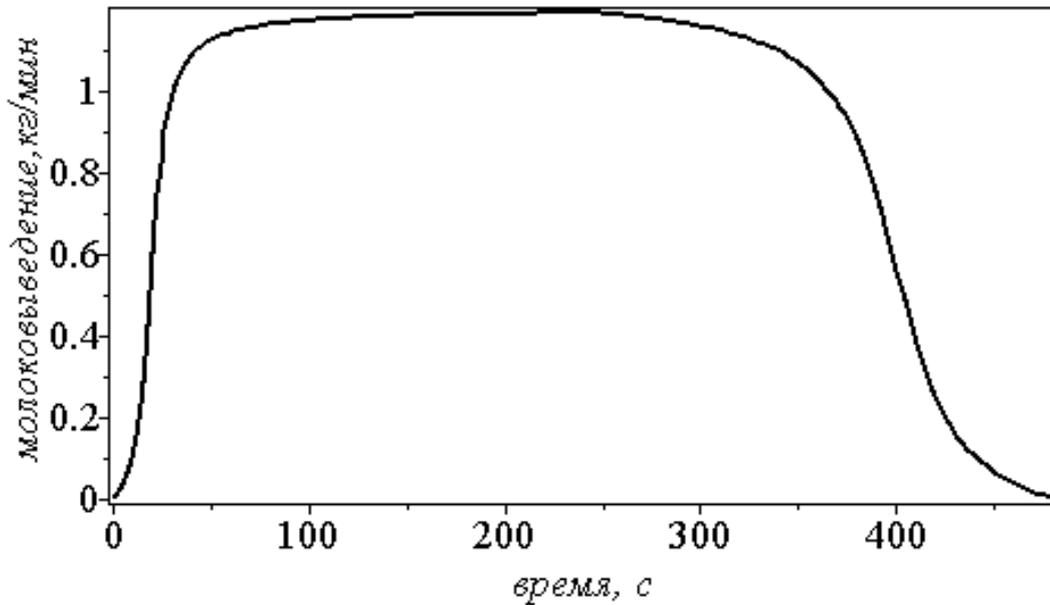
7.334

```
> Q:=x->piecewise(x<240,v1(x),v2(x));
plot(Q(t),t=0..480,labels=[`время, с`, `удельное
молоковыведение`],labeldirections=[HORIZONTAL,VERTICAL],font=[TIME
S,ROMAN,14],axes=boxed,style=line,linestyle=1,thickness=2,color=bl
ack);
```

$$Q := x \rightarrow \text{piecewise}(x < 240, v1(x), v2(x))$$


```
> m_max:=1.2:
Q1:=x->piecewise(x<240,m_max*v1(x),m_max*v2(x));
plot(Q1(t),t=0..480,labels=[`время, с`, `
молоковыведение, кг/мин`],labeldirections=[HORIZONTAL,VERTICAL],fon
t=[TIMES,ROMAN,14],axes=boxed,style=line,linestyle=1,thickness=2,c
olor=black);
```

$Q1 := x \rightarrow \text{piecewise}(x < 240, m_max\ v1(x),$
 $m_max\ v2(x))$



> restart:

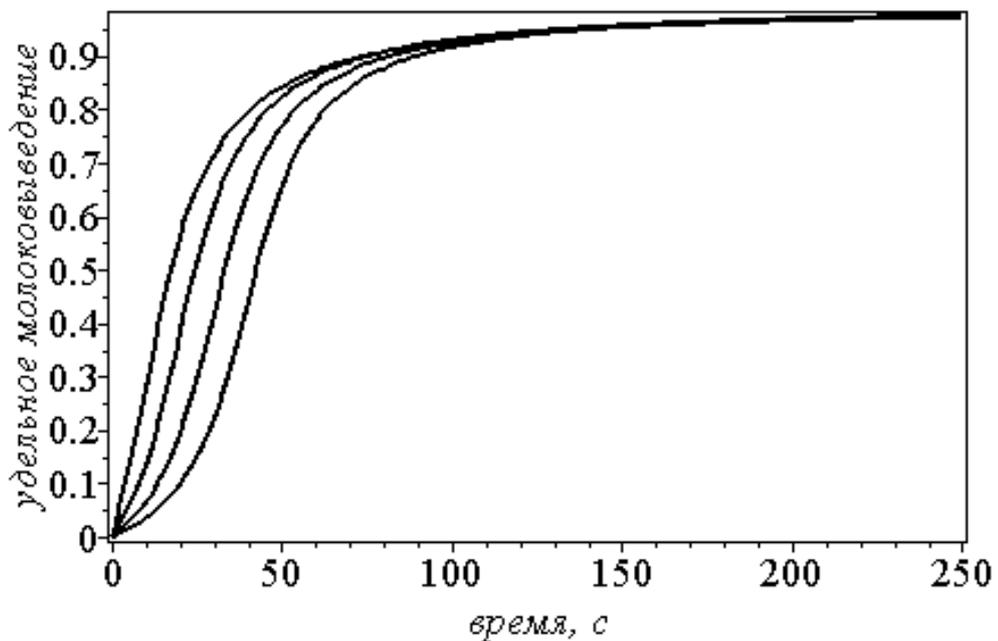
A:=.07:

B:=40:

v3:=t->(arctan(A*(t-
 B*k/4))+arctan(A*B*k/4))/(Pi/2+arctan(A*B*k/4));

plot({v3(t)\$k=1..4},t=0..250,labels=[`время, с`, `удельное молоко-
 выведение`],labeldirections=[HORIZONTAL,VERTICAL],font=[TIMES,ROMA
 N,14],axes=boxed,style=line,linestyle=1,thickness=2,color=black);

$$v3 := t \rightarrow \frac{\arctan\left(A\left(t - \frac{1}{4} B k\right)\right) + \arctan\left(\frac{1}{4} A B k\right)}{\frac{1}{2} \pi + \arctan\left(\frac{1}{4} A B k\right)}$$



> restart:

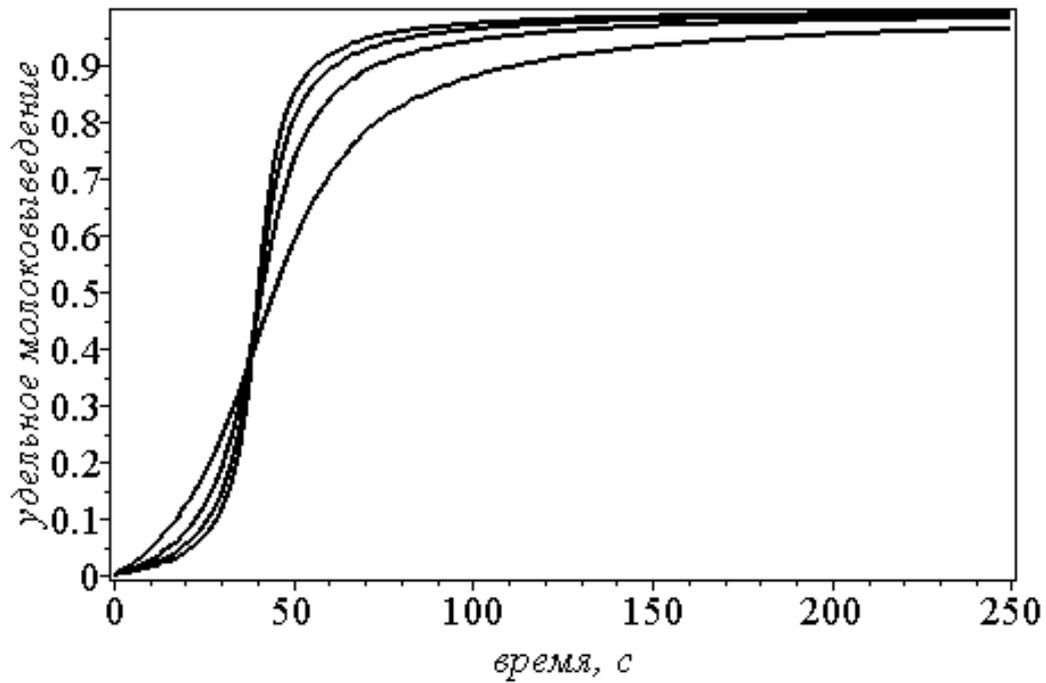
A:=.05:

B:=40:

v3:=t->(arctan(A*k*(t-B))+arctan(A*B*k))/(Pi/2+arctan(A*B*k));

plot({v3(t)\$k=1..4},t=0..250,labels=[`время, с`,`удельное молоко-
выведение`],labeldirections=[HORIZONTAL,VERTICAL],font=[TIMES,ROMA
N,14],axes=boxed,style=line,linestyle=1,thickness=2,color=black);

$$v3 := t \rightarrow \frac{\arctan(Ak(t-B)) + \arctan(ABk)}{\frac{1}{2}\pi + \arctan(ABk)}$$

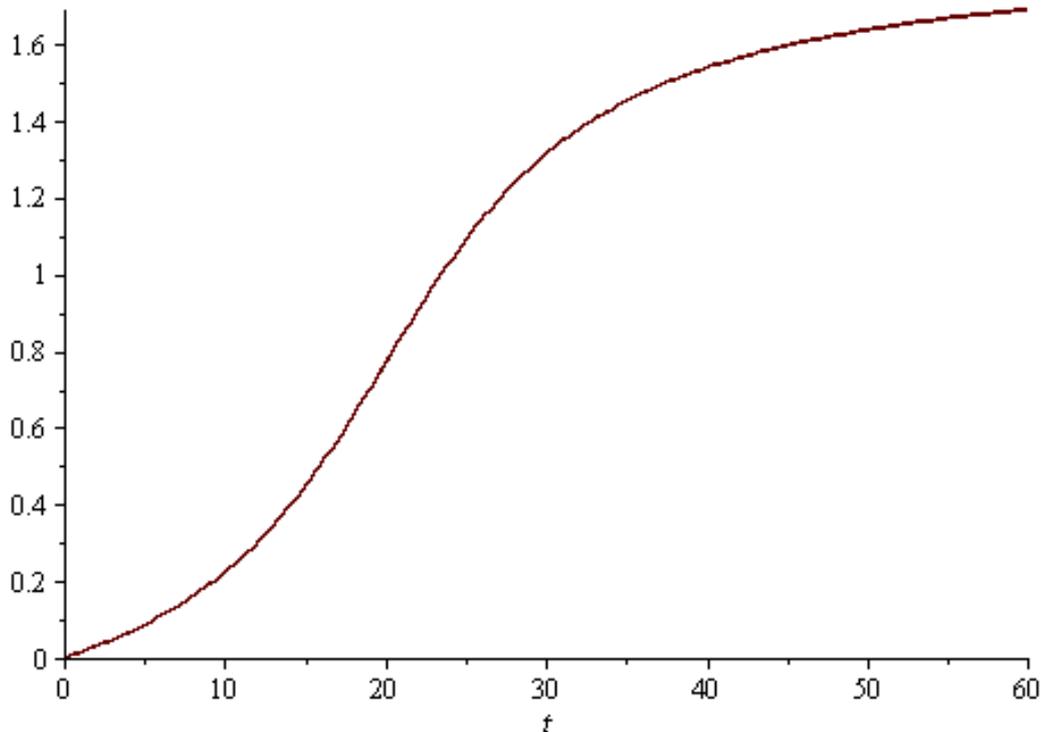


ПРИЛОЖЕНИЕ О

Программа определения времени отключения высокочастотного блока вибро-пульсатора

```
> S:=.05*.07:
A:=.1:
B:=20:
v1:=t->(arctan(A*(t-B))+arctan(A*B))/(Pi/2+arctan(A*B));
m_max:=1.86:
v5(t):=m_max/60*v1(t)/1000:
plot(v1(t)*m_max,t=0..60);
int(v1(t)*m_max/60,t=0..31);
u:=S*diff(h(t),t)=v5(t)-.5*3.141*(.0035)^2*sqrt(2*9.8*h(t));
kkk:=dsolve({u,h(0)=0},h(t),type=numeric,output=listprocedure):
ff:=subs(kkk,h(t));
plot(ff(t),t=0..60,labels=[`время, с`, `уровень молока в ковше, м`],
labeldirections=[HORIZONTAL,VERTICAL],font=[TIMES,ROMAN,14],axes=boxed,
style=line,linestyle=1,thickness=2,color=black);
```

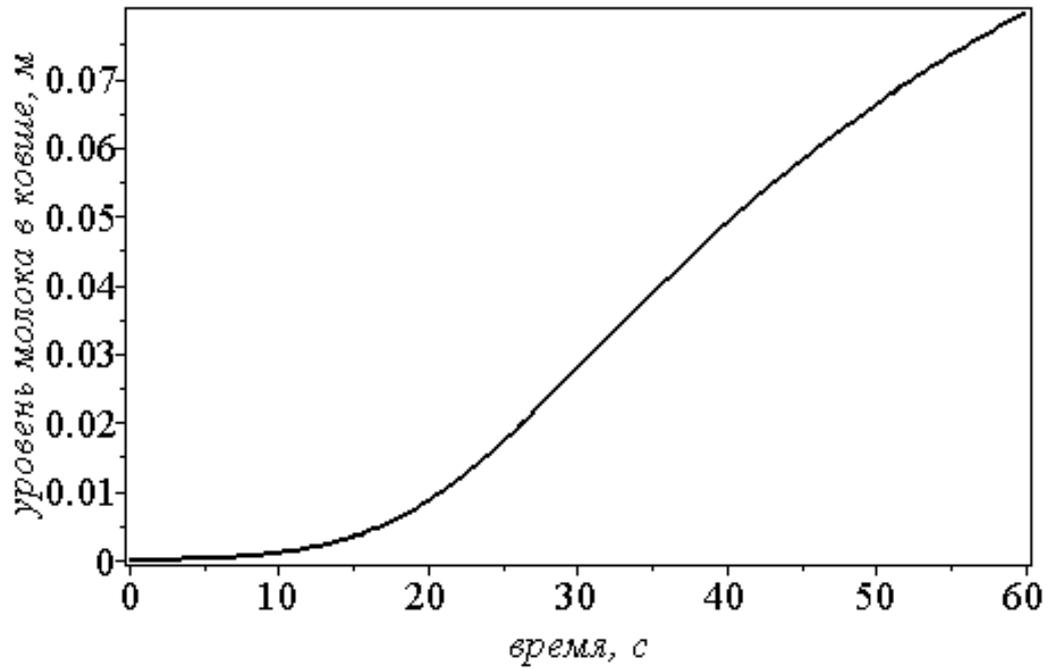
$$v1 := t \rightarrow \frac{\arctan(A(t-B)) + \arctan(AB)}{\frac{1}{2}\pi + \arctan(AB)}$$



0.2943052782

$$\begin{aligned}
 u &:= 0.0035 \left(\frac{d}{dt} h(t) \right) \\
 &= \frac{1}{\frac{1}{2} \pi + 1.107148718} (0.00003100000000 \\
 &\quad (\arctan(0.1 t - 2.0) + 1.107148718)) \\
 &\quad - 0.00008517302367 \sqrt{h(t)}
 \end{aligned}$$

ff := proc(*t*) ... end proc



>
>

ПРИЛОЖЕНИЕ П
АКТ О ВНЕДРЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Утверждаю

Ректор ФГБОУ ВО
Воронежский ГАУ

Н.И. Бухтояров

10 сентября 2018 г.



Утверждаю

Генеральный директор
ОАО АПО "Дружба"

В.В. Костяев

10 сентября 2018 г.



Акт

Мы, нижеподписавшиеся, заведующий молочной фермой ОАО АПО "Дружба" (с. Большой Самовец) Грязинского района Липецкой области Сергина Валентина Васильевна, доярка фермы Шабалкина Элла с одной стороны, сотрудники кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. императора Петра I профессор Андрианов Е. А., аспирант Бородин С. А. с другой стороны, составили настоящий акт в том, что с 20 мая по 20 июня 2018 года на молочной ферме ОАО АПО "Дружба" (с. Большой Самовец) проводились производственные испытания доильного аппарата, разработанного на кафедре ТОПП, МСХ и БЖД ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.

Экспериментальный доильный аппарат создан на базе аппаратов «Нурлат» и «АДУ-1-04» и включает молокоприемник, доильные стаканы, коллектор с распределителем одновременной пульсации, вибропульсатор с отключаемым высокочастотным блоком, блок управления режимом доения, блок управления уровнем вакуума с устройством переключения магнитного клапана, приемник с мембраной дросселя вакуума в подсосковой камере, соединительные шланги (Патент РФ №172455).

Отличие экспериментального доильного аппарата (МСДА) заключается в том, что в начале и конце доения он работает в низковакуумном режиме по принципу аппарата «Нурлат», при этом обеспечивая микромассаж сосков

за счет микроколебаний стенок сосковой резины аналогично аппарату АДУ-1-04, а при высокой интенсивности молоковыведения переходит на высокопроизводительный двухтактный режим работы с номинальным уровнем вакуума, что способствует беспрепятственному выводу молока.

С целью проведения сравнительных испытаний доильным аппаратами были подобраны коровы черно-пестрой породы живой массой 570 ± 20 кг, находящиеся в 3...4 периодах лактации с удоем 6700 ± 168 кг за предыдущую лактацию. Для проведения испытаний в хозяйстве было выделено по две группы коров по 12 голов в каждой, учет вели по 10 животным в группе, распределенных по принципу парных аналогов с идентичной технологией содержания и кормления. Опытному периоду предшествовал подготовительный пятидневный период. Двухразовое доение коров контрольной и опытной групп проводили стимулирующими доильными аппаратами (АДУ-1-04) и (МСДА) соответственно в молокопровод и доильное ведро. Анализ молочной продуктивности коров и других показателей производили путем проведения контрольных доек в течение двух смежных дней месяца. Результаты производственных испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты производственных испытаний

Показатели	Контрольная группа	Опытная группа	Разница, %
Продолжительность подготовительного периода, дней	5	5	-
Количество животных, гол	10	10	-
Средний разовый удой, кг	10,56	11,29	+6,9
Средняя продолжительность машинного доения, с (мин)	373 (6,2)	348 (5,8)	-7,1
Средняя интенсивность молоковыведения, кг/мин	1,70	1,94	+14,1
Ручной додой, кг	0,22	0,12	-45,0
Полнота выдаивания, %	97,80	98,95	

Для измерения величины удоя коров контрольной группы использова-

ли молокомер «Jetmilk» для индивидуального контроля молока во время доения. Для измерения величины удоя коров опытной группы дополнительно использовали мерную шкалу прозрачного градуированного доильного ведра.

Производственные испытания показали, что использование экспериментального аппарата за счет лучшей полноты выдаивания (98,95% у МСДА против 97,80% у АДУ-1-04) и более адекватного воздействия на молочную железу в процессе доения (отсутствия непрерывной вибрации стенок сосковой резины, снижения уровня вакуума в начальный и конечный период доения с одновременным микромассажем сосков, способствующим стимуляции рефлекса молокоотдачи и меньшему наполнению доильных стаканов на соски вымени) повышает разовый удой на 6,9% (11,29 и 10,56 кг соответственно при использовании МСДА и АДУ-1-04) и снижает среднюю продолжительность доения на 7,1 % за счет беспрепятственного вывода молока с момента активного припуска молока коровой (5,8 и 6,2 мин. соответственно при использовании МСДА и АДУ-1-04).

Результаты производственных испытаний экспериментального и серийного доильных аппаратов не выявили случаев заболевания маститом.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что разработанный доильный аппарат эффективен и может быть рекомендован к использованию.

проф. Андрианов Е.А.



асп. Бородин С.А.



зав. фермой Сергина В.В.



доярка фермы Шабалкина Э.



Утверждаю
Ректор ФГБОУ ВО
Воронежский ГАУ
Н.И. Бухтояров

10 сентября 2018 г.



Утверждаю
Генеральный директор
ОАО АПО "Дружба"
В.В. Костяев
2018 г.



АКТ

внедрения в производство научно-технической разработки

Мы, нижеподписавшиеся, аспирант кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. императора Петра I Бородин С. А с одной стороны, заведующий молочной фермой ОАО АПО "Дружба" (с. Большой Самовец) Грязинского района Липецкой области Сергина Валентина Васильевна с другой стороны, составили настоящий акт в том, что с 20 мая по 20 июня 2018 года на молочной ферме ОАО АПО "Дружба" (с. Большой Самовец) проводилось внедрение двух многофункциональных стимулирующих доильных аппаратов (МСДА), разработанных на кафедре ТОПП, МСХ и БЖД ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.

Экспериментальный доильный аппарат включает молокоприемник, доильные стаканы, коллектор с распределителем одновременной пульсации, вибропульсатор с отключаемым высокочастотным блоком, блок управления режимом доения, блок управления уровнем вакуума с устройством переключения магнитного клапана, приемник с мембраной дросселя вакуума в подсосковой камере, соединительные шланги (патенты РФ №2613499 и 172455).

Доильный аппарат (МСДА) в начале и конце доения работает в низковакуумном режиме по принципу аппарата «Нурлат», при этом обеспечивая микромассаж сосков за счет микроколебаний стенок сосковой резины аналогично аппарату АДУ-1-04, а при высокой интенсивности молоковыведения переходит на высокопроизводительный двухтактный режим работы с номинальным уровнем вакуума, что способствует беспрепятственному выводу молока.

Доильные аппараты использовались для доения новотельных коров.

зав. фермой Сергина В.В.

асп. Бородин С.А.

Утверждаю
Ректор ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
аграрный университет имени
императора Петра I»
Бухтояров Н.И.
«10» сентября 2018 г.



СПРАВКА

о внедрении в учебный процесс результатов научно-исследовательской работы аспиранта Бородина С.А.

Результаты научных исследований С.А. Бородина по обоснованию конструктивно-режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата внедрены в учебный процесс при подготовке бакалавров по направлению 35.03.06 и магистров по направлению 35.04.06. Их используют при чтении лекций, выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ, проведении лабораторно-практических занятий.

Декан агроинженерного ф-та ВГАУ,
зав. каф. «Сельскохозяйственные машины,
тракторы и автомобили»,
д.с.-х.н., профессор

Оробинский В.И.

Утверждаю
Ректор ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный
аграрный университет имени
императора Петра I»
Бухтояров Н.И.
« 10 » сентября 2018 г.



СПРАВКА

о внедрении в учебный процесс результатов научно-исследовательской работы аспиранта Бородина С.А.

Результаты научных исследований С.А. Бородина по обоснованию конструктивно-режимных параметров многофункционального стимулирующего доильного аппарата внедрены в учебный процесс при подготовке бакалавров по направлению 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Их используют при чтении лекций, выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ, проведении лабораторно-практических занятий.

Декан ф-та технологии и товароведения
ВГАУ, заведующая каф. технологического
оборудования, процессов перерабатывающих
производств, механизации сельского хозяйства
и безопасности жизнедеятельности
д.б.н., профессор,

Высоцкая Е.А.

23.09.2018

Прайс-лист Кургансельмаш, ОАО (Курганская область) - АгроБаза

№	Наименование	Цена *	Комментарий
1	Агрегат доильный (АД-100Б) (/catalog/machinery/machinery_633056778762656250)	138 126 руб.	АД-100Б; ДВ 30.000 исп.осн. (двухтактный доильный аппарат)
2	Агрегат доильный с молокопроводом (АДМ-8А) (/catalog/machinery/machinery_633056783940468750)	664 226 руб.	АДМ-8А-200; ШРИБ-106-00.000 с молокопр-м из стеклянных труб на 200 гол. 12 доильных аппаратов
3	Агрегат доильный с молокопроводом (АДМ-8А) (/catalog/machinery/machinery_633056783940468750)	364 687 руб.	АДМ-8А-100; ШРИБ-104-00.000 с молокопр-м из стеклянных труб на 100 гол., 6 доильных аппаратов
4	Агрегат доильный с молокопроводом из нержавеющей трубы (АДМН) (/catalog/machinery/machinery_123b699b-284f-4a16- 8be1-43f9063fc848)	505 870 руб.	АДМН-100; ШРИБ-108- 01.000, 6 доильных аппаратов, с молокопроводом из нержавеющих труб Ø 50
5	Агрегат доильный с молокопроводом из нержавеющей трубы (АДМН) (/catalog/machinery/machinery_123b699b-284f-4a16- 8be1-43f9063fc848)	958 565 руб.	АДМН-200; ШРИБ-108- 00.000, 12 доильных аппаратов, с молокопроводом из нержавеющих труб Ø 50
6	Аппарат доильный двухтактный (Кургансельмаш) (/catalog/machinery/machinery_cc57915d-b6db-4246- a707-3f0c4b39437b)	4 127 руб.	ШРИБ 168.00.000; двухтактный доильный аппарат для доения в молокопровод
7	Аппарат доильный попарного доения (Дояр) (/catalog/machinery/machinery_2ae522d5-bf12-455c- 8f39-bd8e5b949321)	5 202 руб.	ДВ131.030-01 Доильное ведро (с крышкой (нерж)
8	Аппарат доильный попарного доения (Дояр) (/catalog/machinery/machinery_2ae522d5-bf12-455c- 8f39-bd8e5b949321)	1 203 руб.	ШРИБ-161-23.000-01 Коллектор
9	Аппарат доильный трёхтактный (Волга) (/catalog/machinery/machinery_8467d6a9-40e1-40f7- 9e5e-b96a3a1744ff)	6 725 руб.	СБ-42в Трёхтактный доильный аппарат «Волга»
10	Насос молочный универсальный (НМУ-6(А)) (/catalog/machinery/machinery_8e3a2c06-3164-485d- b08b-92f0e50db2ce)	12 049 руб.	НМУ-6А; (НМУ 10.000) Насос молочный (корпус нержавеющей, работа из-под вакуума)
11	Насос молочный универсальный (НМУ-6(А)) (/catalog/machinery/machinery_8e3a2c06-3164-485d- b08b-92f0e50db2ce)	10 296 руб.	НМУ-Б; (НМУ00.000) Насос молочный (корпус пластмассовый, работа из-под вакуума)
12	Оборудование боксовое (ОСБ) (/catalog/machinery/machinery_39479898-9ee5-42c7- ad81-0800b6c58e0d)	-	по техническому заданию

Прайс официального дилера АО "ДеЛаваль" ООО "Компания Биотон"

для воронежского схи

№ п.п	ПРЕДМЕТ СЧЕТА	Ед. измер.	Кол-во	Цена за ед. с НДС, руб.	Сумма с НДС, руб.
1	2	5	6	7	8
1	ТУ 200 Дуовак 300 + МС11	ШТ	1	38481,78	38481,78
2	Индикатор потока в сборе 200мм	ШТ	1	11513,78	11513,78
3	DV, Крышка инд.пот.трубк.	ШТ	1	1703,45	1703,45
4	Корпус мембраны с нижотво	ШТ	1	2803,68	2803,68
5	Прокладка корпуса мембран	ШТ	1	440,09	440,09
6	Дренаж палец 200мл	ШТ	1	711,96	711,96
7	Стакан	ШТ	1	4978,66	4978,66
8	Крюк для дуовака	ШТ	1	7658,29	7658,29
9	Дуовак, меха рез, оранж	ШТ	1	1046,71	1046,71
10	Заглушка корпуса дуовака	ШТ	1	502,11	502,11
11	Кольцо уплотнительное ниж	ШТ	1	146,13	146,13
12	DV400A/350 Нижн.часть	ШТ	1	1153,76	1153,76
13	Винт	ШТ	1	36,53	36,53
14	Ручка	ШТ	1	3153,72	3153,72
15	Стопорное кольцо ручки ду	ШТ	1	95,16	95,16
16	Крючок ручки дуовака 300С	ШТ	1	1190,29	1190,29
17	Дуовак, РК клап.4000ч	ШТ	1	1983,82	1983,82
18	Р.К. Редукции (новый)	ШТ	1	2261,64	2261,64
19	Кольцо 4.3-2.4 корпуса ду	ШТ	1	32,28	32,28
20	Кольцо 16.3-2.4 корпуса д	ШТ	1	79,01	79,01
21	Кольцо стопорное	ШТ	1	95,16	95,16
22	Дуовак, пружина клапана	ШТ	1	117,24	117,24
23	Мембрана корпуса дуовака	ШТ	1	777,38	777,38
24	ПРОКЛАДКА	ШТ	1	660,14	660,14
25	РЕЗИНОВЫЙ КЛАПАН	ШТ	1	584,52	584,52
26	Винт 4x10 корпуса дуовака	ШТ	1	36,53	36,53
27	Гнездо индикатора потока	ШТ	1	2869,10	2869,10
28	Кольцо упл.крышки магнита	ШТ	1	45,88	45,88
29	Магнит	ШТ	1	387,42	387,42
30	Крышка магнита	ШТ	1	700,92	700,92
31	Дуовак 300С, скоба крепл.	ШТ	1	799,47	799,47
32	Шток Дуовака	ШТ	1	401,01	401,01
33	Дуовак 300С, шайба	ШТ	1	176,72	176,72
34	Дуовак 300С, пружина	ШТ	1	211,55	211,55
35	Заглушка корпуса дуовака	ШТ	1	502,11	502,11
36	Винт	ШТ	1	36,53	36,53
37	Кольцо регулировки пульса	ШТ	1	122,34	122,34
38	Контрольный кронштейн дуо	ШТ	1	350,04	350,04
39	Хомут труб Милкмастера	ШТ	1	374,67	374,67
40	Молочный шланг 800	ШТ	1	1427,33	1427,33
41	Лента соединения шлангов	ШТ	1	212,40	212,40
42	Р.К. Фильтр пульс. (5 шт.	ШТ	1	706,87	706,87
43	НР 102 нов. поколение	ШТ	1	18613,04	18613,04

44	Р.К. Байонет с прокл	ШТ	1	1957,48	1957,48
45	Р.К. Перекл с вклад НР101/102	ШТ	1	3516,49	3516,49
46	Масло для пульсатора 0.1	ШТ	1	547,99	547,99
47	Р.К. Поводок с пруж	ШТ	1	3637,14	3637,14
48	Компл.з/ч НР102 65:35 2000час	ШТ	1	1335,57	1335,57
49	НР102 пластиковая крышка	ШТ	1	1335,57	1335,57
50	ШПИЛЬКА ДЛЯ РУКОЯТКИ ПУЛЬ	ШТ	1	245,53	245,53
51	Пружинка пульсатора НР102	ШТ	1	289,71	289,71
52	Зажим стопорный	ШТ	1	62,87	62,87
53	Кольцо стопорное	ШТ	1	95,16	95,16
54	НР100/102 каретка	ШТ	1	929,46	929,46
55	Пульсатор НР102, боковые	ШТ	1	563,28	563,28
56	Зажим крышки	ШТ	1	322,85	322,85
57	Винт	ШТ	1	36,53	36,53
58	Платик	ШТ	1	6192,73	6192,73
59	Прокладка	ШТ	1	543,74	543,74
60	Салазки 65/35	ШТ	1	1555,62	1555,62
61	Подвесная часть МС11	ШТ	1	9833,27	9833,27
62	Коллектор МС1 в сборе	ШТ	1	3506,30	3506,30
63	Кольца рез. для объединения шлангов	наб	1	316,05	316,05
64	Стакан 0SH1,цельнометал.	ШТ	1	1976,17	1976,17
65	Компл упл.коллектора МС1	ШТ	1	1694,95	1694,95
66	Жиклер НСС/ТФ	ШТ	1	314,35	314,35
67	МС 1 верхняя крышка	ШТ	1	2693,23	2693,23
68	Уплотнение крышки коллект	ШТ	1	346,64	346,64
69	Защитная резиновая пробка	ШТ	1	197,11	197,11
70	Фиксатор	ШТ	1	379,77	379,77
71	Ниж.ч.МС1 НСС150 рез.прб.	ШТ	1	2424,76	2424,76
72	Нижняя часть коллектора в	ШТ	1	2976,15	2976,15
73	Молочный шланг рез 1200	ШТ	1	935,41	935,41
74	Трубка пульс. двойн. РЕЗ 7,6/13,2-1220	ШТ	1	977,04	977,04
				ИТОГО, руб.	161920,17
				НДС, 18%, руб.	24699,69

	№ склада представителя	Лист цен №
	1	2018.28

Прайс ОАО «Гомельагрокомплект»

62	Втулка АДС 07.00.005	02131	19	22,06
63	Втулка АДС 08.02.000	00241	42	50,05
64	Втулка АДСН 08.00.002	00586	22	26,24
65	Втулка АДСН 08.00.004	00587	36	42,93
66	Втулка НМУ 04.004	00248	358	422,76
67	Втулка РВ 01/017	00242	15	17,89
68	Гайка АДС 02.00.001	00564	18	20,75
69	Гайка АДС 08.00.005	00560	20	23,18
70	Гайка АДС 09.01.016	00568	11	13,42
71	Гайка АДС 09.02.004	00561	50	59,50
72	Гайка АДСН 08.00.001	00588	21	24,92
73	Гайка НМУ 00.004	00566	42	49,68
74	Гайка НМУ 04.003	01418	120	141,79
75	Гайка НМУ 05.000	00585	55	64,81
76	Головка промывки АДС 00.00.034	00570	9	10,67
77	Груз АДС 11А.01.006	00742	36	42,58
78	Датчик АДС 09.01.410	00601	240	282,63
79	Датчик АПБ 04.00.000	03863	2 201	2 596,71
80	Датчик Д 100.00	00600а	197	232,55
81	Движок АДС 01.00.003	00602	23	27,07
82	Движок АДС 01А.00.003	00765	29	34,52
83	Движок АДС 07.01.005	00603	13	15,27
84	Держатель АДС 06.01.000	02481	59	70,16
85	Держатель АДС 12.00.002	00605	18	20,92
86	Держатель АДСН 13.01.000	00757	177	208,94
87	Держатель ММ 04Б.00.08	00727	10	11,33
88	Держатель РВ 01/012	00604	29	34,59
89	Держатель УДА 12.00.007	03359	46	53,94
90	Диффузор АДС 11.03.009	00608	11	13,12
91	Диффузор НМУ 00.005	00609	14	16,82
92	Дроссель РВ 01/010	00015	41	48,90
93	Дроссель резьбовой РВ 01/014	00610	8	9,54
94	Заглушка 2АДС 00.00.002 D50	00692	9	10,37
95	Заглушка АДС 00.00.021 D40	00691	8	9,54
96	Заглушка ОСБ 18А.002	03973	10	11,51
97	Зажим ОСП 00.026	01648	141	166,36
98	Звездочка ведущая горизонтальная транспортера ТНС -160Б	07816	4 996	5 895,07
99	Звездочка ведущая ЗВ 02 00.000 наклонного редуктора транс. ТСН-160 А	07871	4 222	4 981,69
100	Звездочка ведущая № ЗВ 03.00.000 гор. транс. ТСН-160 А	07870	5 274	6 223,79
101	Звездочка ведущая наклонного редуктора транспортера ТСН-160Б ЗВ.00.00.000	07817	3 879	4 577,02
102	Звездочка угловая поворотная ЗУП 01.00.000 гор, транс ТСН-160А	07868	2 881	3 399,06
103	Звездочка угловая поворотная горизонтального транспортера ТСН 160Б	07815	2 739	3 231,65
104	Калач ПДУ-8МА 00.001	03374	499	589,12
105	Камера АДС 11.03.004	00314	18	21,47
106	Камера РВ 01/018	00313	56	65,59