

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 – Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технологии доения в фермерских хозяйствах с разработкой автоматизированной мобильной доильной установки

Шифр ВКР.35.03.06.379.17.АМДУ.00.00.ПЗ

Студент _____ Сабиров Р.Р.
подпись Ф.И.О.

Руководитель ст. препод. _____ Нафиков И.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 8 от «02» февраля 2017 г.)

Зав. кафедрой доцент _____ Халиуллин Д.Т.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Анализ существующих конструкций мобильных доильных установок	
1.2 Анализ существующих конструкций манипуляторов доения	
1.3 Правила и техника машинного доения	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Обоснование проектируемой поточной технологической линии	
2.2 Технологический расчет линии первичной обработки молока	
2.3 Расчет пастеризатора молока	
2.4. Расчет регенератора теплоты	
2.5 Расчет секций охлаждения молока	
2.6 Безопасность проектных решений.....	
2.7 Экологичность проектных решений	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Выбор, обоснование и описание новой конструкции	
3.2 Конструкторские расчеты.....	
3.3 Экономическое обоснование автоматизированной мобильной доильной установки	
3.3.1 Расчёт массы и стоимости новой конструкции автоматизированной мобильной доильной установки.....	
3.3.2. Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение	
3.4 Требования безопасности на рабочем месте оператора машинного доения.....	
3.4.1 Требования к руководителям	
3.4.2 Требования к оператору машинного доения.....	
3.4.3 Расчёт заземления автоматизированной мобильной доильной установки	
3.5 Правила экологической эксплуатации автоматизированной мобильной доильной установки	
3.6 Вывод	
ВЫВОДЫ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных вопросов в решении проблемы механизации и автоматизации молочного животноводства остается машинное доение коров, на которое приходится 40...65% всех трудовых затрат по обслуживанию и уходу за животными.

Проведенные исследования отечественными и зарубежными учеными показывают, что производительность труда оператора доильных установок пропорциональна объему ручных затрат. Исключение или сокращение некоторых ручных операций позволяет улучшить организацию и повысить производительность труда при машинном доении.

Одним из резервов снижения затрат труда при производстве молока является повышение уровня механизации доения коров на основе совершенствования существующих и создания новых доильных аппаратов, осуществляющих быстрое и полное выдаивание животных. Большое влияние на молокоотдачу животного оказывает величина рабочего вакуума и его колебания в процессе работы доильного аппарата. Одним из важных факторов повышения молочной продуктивности, наряду с высоким генетическим потенциалом животных и сбалансированным кормлением, является физиологически обоснованное безвредное со щадящим режимом машинное доение коров.

Доильный аппарат в процессе доения должен выводить молоко, а также стимулировать и поддерживать рефлекс молокоотдачи. Существующие серийные доильные аппараты не в полной мере выполняют вышеуказанные функции из-за несовершенствования конструкции.

Задачей ВКР являлась разработка автоматизированной мобильной доильной установки для фермерских хозяйств, который удовлетворял бы физиологическим требованиям животного.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Анализ существующих конструкций мобильных доильных установок

В настоящее время в мире созданы большое множество мобильных доильных установок, которые отличаются конструктивными особенностями и имеют определенные преимущества и недостатки.

Нашей задачей была разработка мобильной автоматизированной доильной установки, которая при окончании процесса молокоотдачи вытягивала бы доильные аппараты с вымени коровы без участия оператора. Для этого необходимо исключить имеющиеся недостатки существующих конструкций и обосновать параметры работы разрабатываемого аппарата.

Для того чтобы провести анализ существующих конструкций мы рассмотрели ряд конструкций.

Мобильную доильную установку «Доюшка» разработали на заводе, находящемся в городе Миассе Челябинской области (рисунок 1.1). Данное предприятие специализируется на выпуске доильных установок для всех видов сельскохозяйственных животных: коров, коз, овец, кобылиц. Наиболее востребованы доильные аппараты для коров – они носят имя «Доюшка 1Р» или «Доюшка 1С». Последние снабжены силиконовыми насадками для вымени, прочными и долговечными. «Доюшка 1КС» — модификация для овец, кобылиц и коз, подогнанная для строения тела не очень крупных животных. Разработаны также модели «Доюшка Тандем» для одновременной дойки двух коров и «Доюшка Универсал» с увеличенным объемом бидона.

Особенностью конструкции является насос, который в этой модели поршневой. По сравнению с вакуумным он работает гораздо тише, не образуя масляной пыли. Кроме того, ему не требуется пульсатор – механизм настроен на естественную пульсацию – 64 удара в минуту. Он имитирует сосание молока теленком, и корова во время дойки ведет себя спокойно. Кожаная манжета у поршня (которую при необходимости легко заменить) обеспечивает необходимую герметичность, а давление контролируется манометром. Прозрачные вставки у стаканов, надевающихся на соски, упрощают контроль за подачей молока. Асинхронный двигатель, обмотка которого сделана из медной проволоки, служит долго, как и прочный вместительный бидон из нержавеющей стали. Он имеет плотно закрывающуюся крышку и ручку для удобства переноски. Перемещать доильную установку полностью можно при помощи колес, расположенных на нижней части рамы.



Рисунок 1.1 - Фото доильного аппарата Доюшка

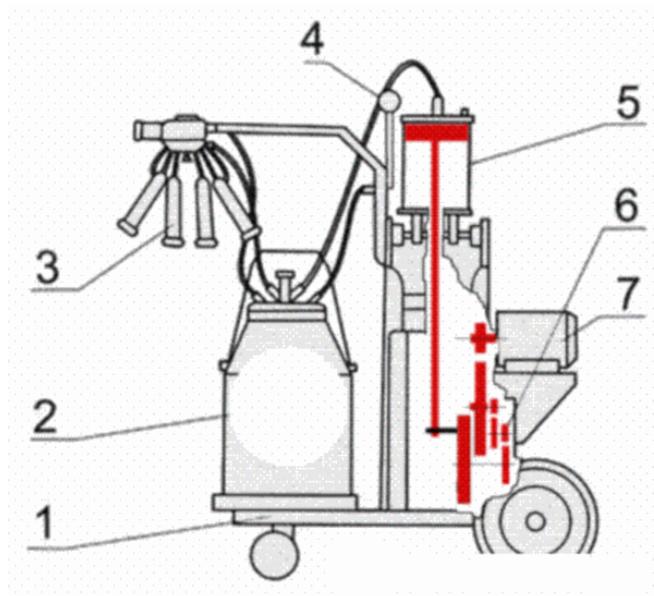
Преимущества: Малое потребление энергии – «Доюшке» ее нужно меньше, чем обыкновенному утюгу или микроволновке. Простая конструкция, доступность всех элементов для обслуживания и ремонта, отличный сервис и наличие запчастей у производителя. Бидон и коллектор сделаны из нержавеющей стали, поэтому они не подвержены ржавчине. Отсутствие пульсатора, который может зависнуть (что причиняет вред животному). Установка очень компактная и легкая – с ней без труда справляется женщина. Удобные колеса позволяют быстро перемещать агрегат, при этом аппаратуру можно повесить на ручку. Отличная компоновка изделия: благодаря заниженному центру тяжести аппарат отличается устойчивостью. Даже если корова взбрыкнет, он не перевернется. Надежный асинхронный мотор, удачно размещенный – на задней части рамы. Он хорошо обдувается воздухом и мало греется.

Недостатки: Силовой кабель имеет недостаточную длину, поэтому зачастую приходится покупать удлинитель. Молочный бидон из нержавейки непрозрачен, нет у него и окошка. Это не всегда удобно – не видно уровень молока.

Рама доильной установки сваренная из стальных профилей, лежит в основе конструкции. Все элементы присоединены к раме при помощи болтов. Это: электрический асинхронный двигатель, насос с приводом, колеса (рулевое и два больших), а также площадка, на которую ставится молочный бидон. Имеется ручка, на которую крепится аппаратура во время перевозки или хранения. Бидон из нержавеющей стали во время дойки (а также при перевозке) ставится на специальную площадку круглой формы, снабженную бортиками. Конструкция этой площадки позволяет очень плотно зафиксировать бидон.

Мотор размещен на раме сзади. Он оснащен шнуром питания и кнопкой, включающей и выключающей его. Чтобы защитить двигатель от перегрузок, применяется плавкий предохранитель. А для передачи движения поршню насоса служит ременной шкив, закрепленный на раме. Поршневой насос представляет собой цилиндрический резервуар вместимостью два литра. Внутри у него ходит вверх и вниз поршень, снабженный прочной кожаной накладкой. Он создает внутри насоса вакуум, обеспечивая отсасывание молока в нужном ритме. В нижней и верхней крышке насоса имеются отверстия. В нижнее вставляется шатун поршня, а в верхнее – штуцер, подсоединяемый к вакуумному шлангу. Также вверху насос оборудован двумя клапанами. Для контроля давления стоит манометр.

Аппаратура для доения – это четыре стакана, сделанных из нержавеющей стали. Прозрачные вставки на них дают возможность видеть, как идет молоко из каждой части вымени. Удобная конструкция стаканов позволяет надеть их на соски быстро и не причиняет коровам ни малейшего дискомфорта. Животные быстро привыкают к аппарату и стоят смирно.



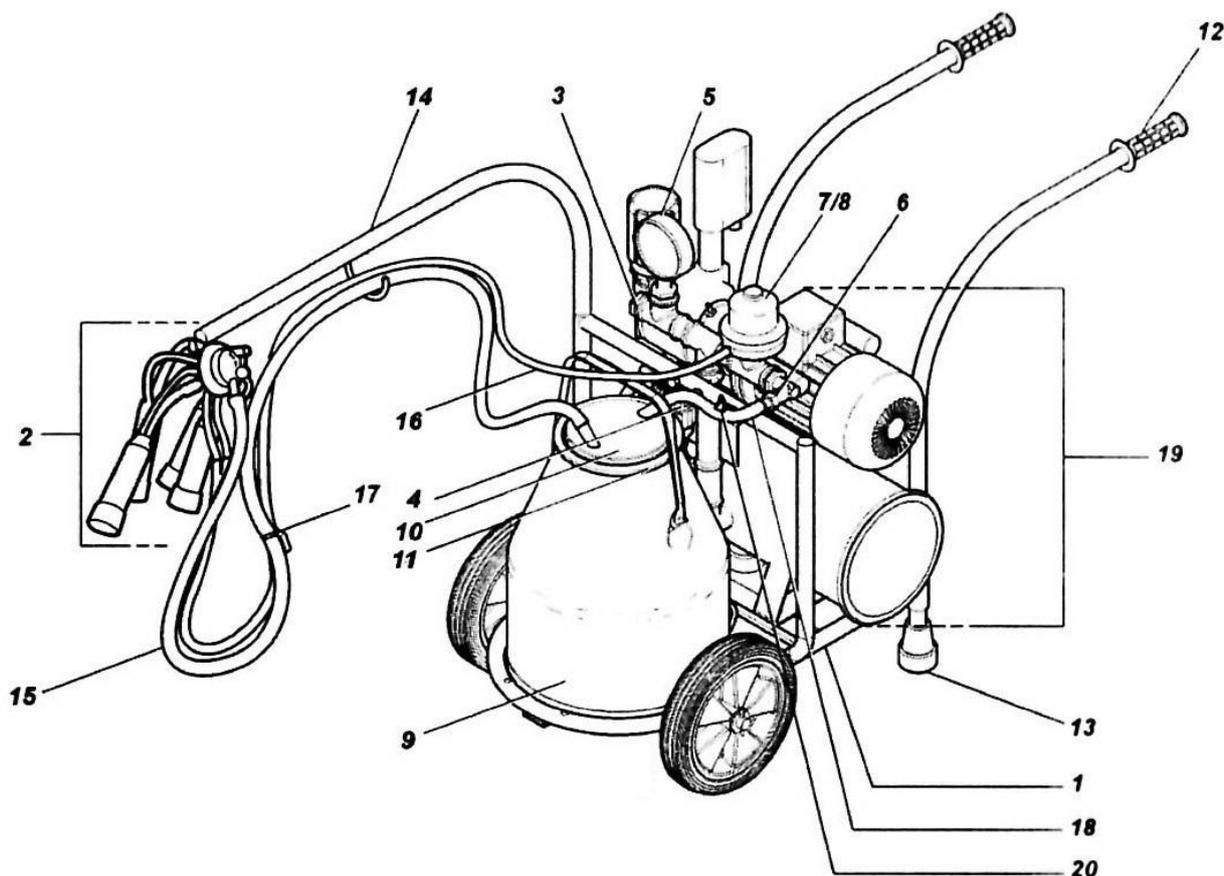
1 — рама; 2 — молочный бидон; 3 — доильная аппаратура; 4 — вакуумметр; 5 — поршневой насос; 6 — редуктор; 7 — электродвигатель

Рисунок 1.2 - Схема доильного аппарата Дююшка

Принцип работы доильной установки заключается в следующем: при включении электрического двигателя движение через редуктор передается насосу, поршень которого начинает перемещаться по вертикали. За счет этого, а также за счет клапана (установленного на крышке насоса) в бидоне для молока образуется вакуум. Это происходит с определенной частотой (64 пульсации в минуту), и в момент разрежения воздуха молоко отсасывается в стаканы и льется в бидон. При его заполнении агрегат выключают. Чтобы доильная установка долго служила исправно, нужно еженедельно смазывать поршень с цилиндром, а

также промывать от остатков молока доильную аппаратуру. Для тщательной ее очистки в комплекте «Доюшки» идут специальные ершики.

Комплектация мобильной доильной установки Bosio MMU (рисунок 1.3) компании DeLaval включает ведро из нержавеющей стали ёмкостью 25 л, подвесную часть, крышку, раму, направляющую поддержки, набор для подключения. При необходимости, установка с одним ведром легко модернизируется в установку с двумя ведрами, детали рамы легко заменяются. Благодаря дополнительному комплекту модернизации Bosio общую ёмкость ведер можно увеличить до 50 литров.



1 – тележка; 2 – подвесная часть; 3 – коллектор; 4 – регулятор вакуума; 5 – вакуумметр; 6 – вакуумный патрубок; 7 – пульсатор; 8 – переходник пульсатора; 9 – ведро 25 л; 10 – крышка ведра; 11 – уплотнительное кольцо крышки ведра; 12 – резиновый наконечник на ручке; 13 – резиновая ножка; 14 – рычаг подвесной части; 15 – молокопровод; 16 – одинарный вакуумпровод; 17 – зажим трубки; 18 – воздушная импульсная трубка; 19 – вакуумный блок; 20 – запорный клапан

Рисунок 1.3 – Мобильная доильная установка (MMU 11) Bosio компании DeLaval

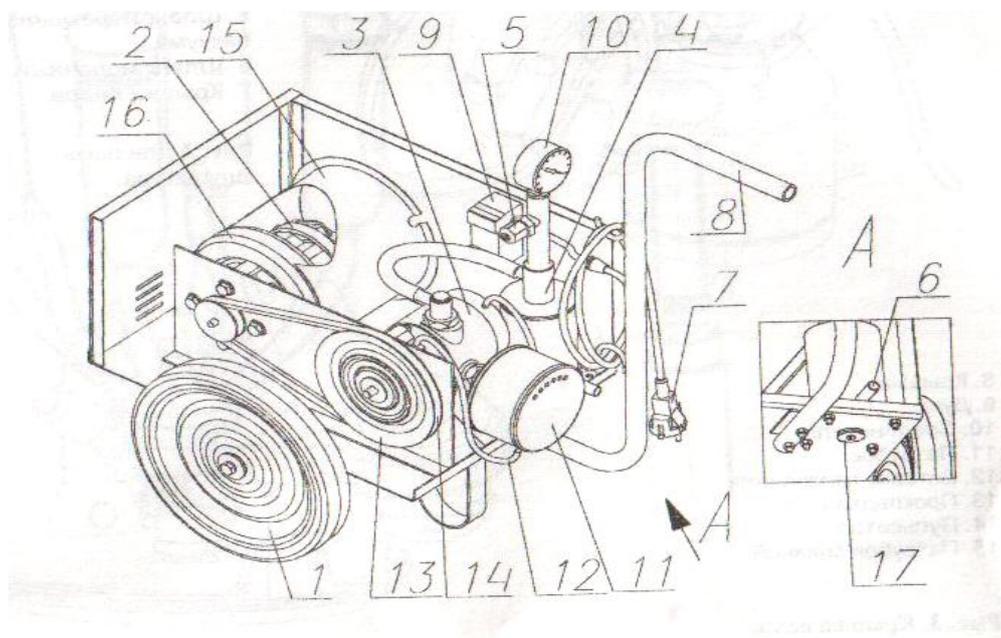
Bosio MMU с одним ведром позволяет доить 6-8 коров в час. Использование установок Bosio MMU, при соблюдении правил доения, способствует снижению стресса у коров, помогает сохранить здоровье животных, повысить удои и качество молока. Установка

отличается надёжностью в эксплуатации, простотой в обслуживании и может использоваться как в личных подсобных хозяйствах, так и на небольших и средних фермах.

Техническая характеристика доильной установки Vosio MMU приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Техническая характеристика

Наименование	MMU11	MMU12	MMU22
Количество подвесных частей	1	2	
Количество ведер	1		2
Емкость ведра из нержавеющей стали, л	25		
Расчетная пропускная способность, коров/час	8	16	
Производительность вакуумного насоса, л/мин	170		
Мощность двигателя, кВт	0,75		
Подключение к однофазной сети с частотой, Гц	50		
Вес пустой установки, кг	67		82



1 – Колесная база с основанием, 2 – Электродвигатель ДК-105-370-8, 3 – Насос НВ-4, 4 – Ресивер, 5 – Вакуумрегулятор для регулировки величины вакуумметрического давления, 6 – Штуцер для подсоединения доильной аппаратуры, 7 – Шнур с вилкой, 8 – Рукоятка, 9 – Выключатель автоматический, 10 – Вакуумметр, 11 – Глушитель-масленка, 12 –

Маслопровод, 13 – Шкивы (2шт.), 14 – Ремень (тип 0-710), 15 – Кожух электродвигателя, 16 – Уплотнитель, 17 – Клапан.

Рисунок 1.4 – Общий вид агрегата доильного АД-02.

Работа агрегата доильного основана на принципе отсоса молока доильной аппаратурой из сосков вымени коровы под действием разрежения (вакуума), создаваемого в системе трубопроводов вакуумным насосом.

Доильный аппарат работает по двухтактному принципу с частотой пульсаций 61+5 пульсов в минуту. Каждая пульсация состоит из такта сосания и такта сжатия. При соединении доильного аппарата с вакуумпроводом в доильном ведре, в шланге молочном и подсосковых камерах доильных стаканов, надетых на соски коровы, создается вакуумметрическое давление. Пульсатором в межстенной камере доильного стакана создается то вакуумметрическое давление, то атмосферное давление, что вызывает пульсацию сосковой резины.

В момент, когда в межстенной камере доильного стакана создается вакуумметрическое давление, происходит такт сосания, при этом стенки сосковой резины выпрямлены. В следующий момент, когда в межстенной камере создается атмосферное давление, стенки сосковой резины прогибаются и сжимают сосок - происходит такт сжатия. Такт сосания и сжатия показан на рис. 1.5.

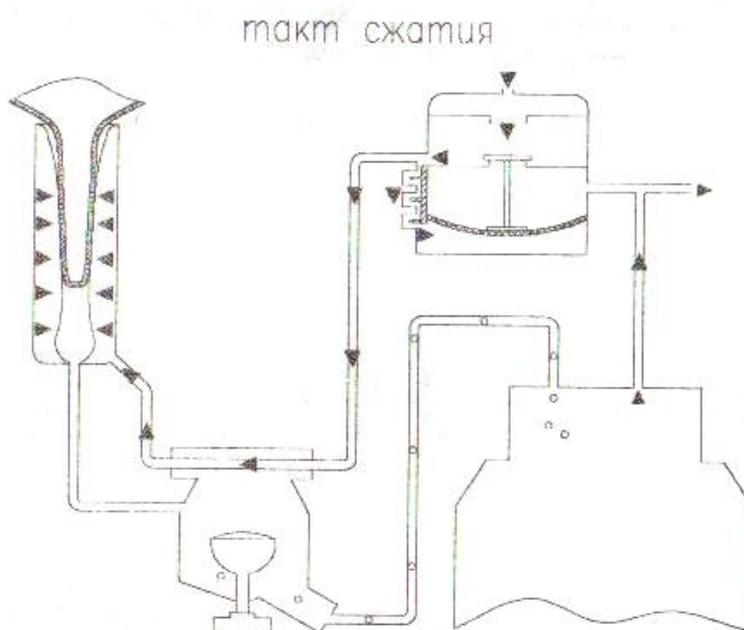
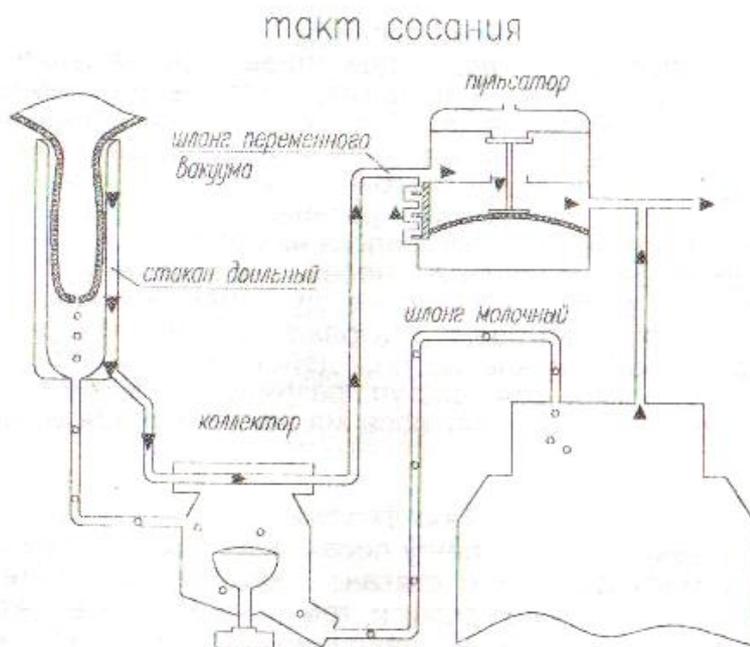


Рисунок 1.5 – Схема работы аппарата доильного

Такт сосания:

1. Мембрана пульсатора под действием разряжения выгибается, устанавливая клапан (Рис.1.5) в верхнее положение, перекрывая доступ воздуха в пульсатор. Разряжение распространяется в межстенную камеру доильного стакана. Так как межстенная и подсосковая камеры доильного стакана находятся под вакуумметрическим давлением с одинаковыми параметрами, стенки сосковой резины вследствие ее упругости выпрямляются и происходит отсос молока из соска.

2. Вакуумметрическое давление через калибровочное отверстие и кольцевую канавку, расположенную между камерой и кольцом пульсатора распространяется под мембрану. Разряжение над мембраной и под ней становится одинаковым и клапан под действием атмосферного давления опускается вниз, прекращая доступ разряжения в межстенную камеру доильного стакана. На этом такт сосания заканчивается и начинается такт сжатия.

Такт сжатия:

Атмосферное давление по шлангу переменного вакуума распространяется в межстенную камеру доильного стакана, оказывая давление на наружную стенку сосковой резины, сжимая сосок и, тем самым, производя его массаж

Одновременно атмосферное давление через тоже калибровочное отверстие и канавку распространяется под мембрану пульсатора, прогибает ее, поднимая клапан в верхнее положение, перекрывая доступ воздуха в межстенную камеру доильного стакана, и цикл повторяется.

1.2 Анализ существующих конструкций манипуляторов доения

Так как нашей задачей было разработать мобильную доильную установку с возможностью автоматического снятия доильных аппаратов с вымени коровы, нам нужно проанализировать существующие манипуляторы доения.

Устройство для снятия доильного аппарата по авторскому свидетельству № 784840. Конструкция разработана с целью повышения эффективности доения и надежности работы доильного аппарата путем стабилизации вакуумного режима. Устройство для снятия доильного аппарата состоит из подвески 1, тяги 2, блока управления 3 и выключателя молокопровода 4 (рисунок 1.6). Подвеска 1 выполнена в виде соединенных пружинами 5 траверс 6 и 7. Между траверсами размещены телескопические стержни 8 и механизм включения. Нижний стержень выполнен в виде гидроцилиндра 10, внутри которого размещен перфорированный шток 11 с поршнем 12 и клапаном 13. При снижении молокоотдачи блок управления 3 вырабатывает сигнал включения механизма включения, гидроцилиндр 10 двигается вверх, натягивая тягу 2, происходит додой животного. Поршень 12

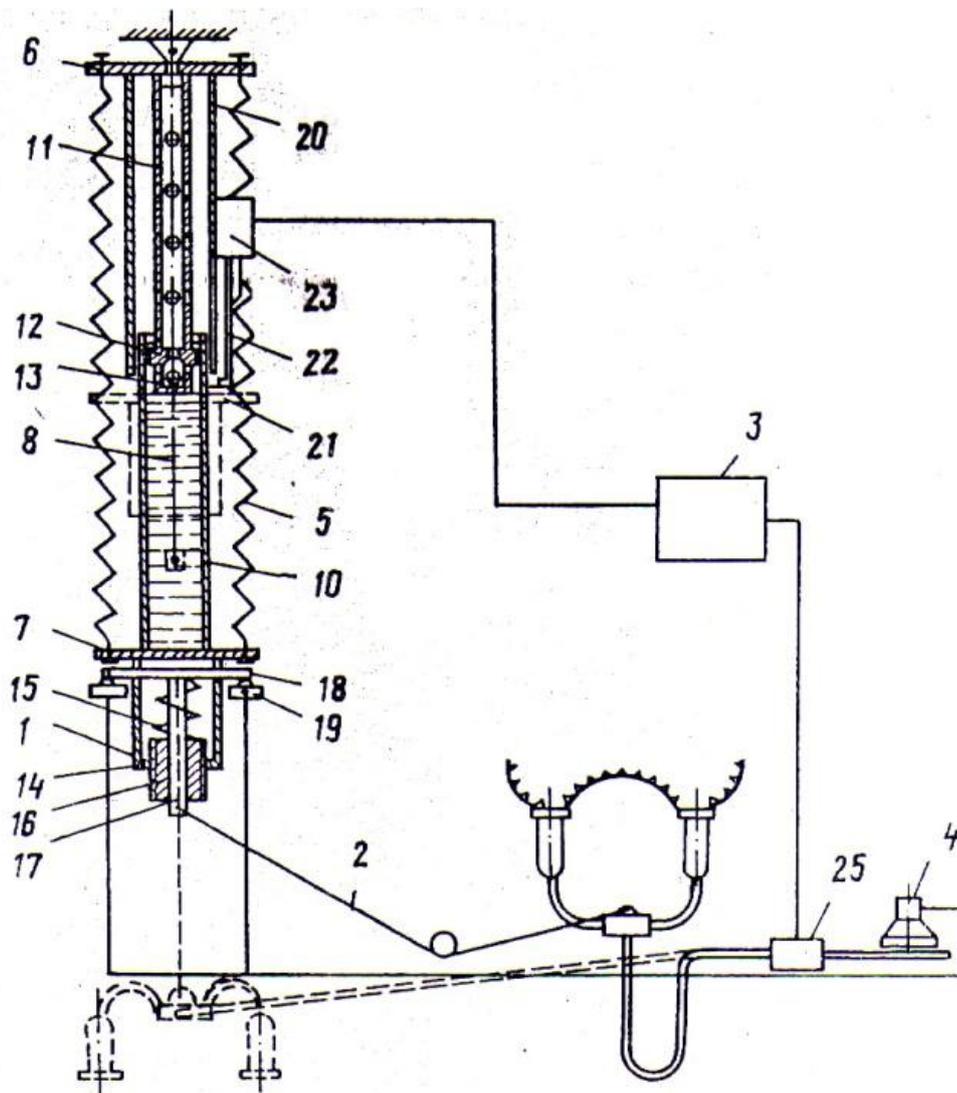


Рисунок 1.6 - Схема устройства для снятия доильного аппарата

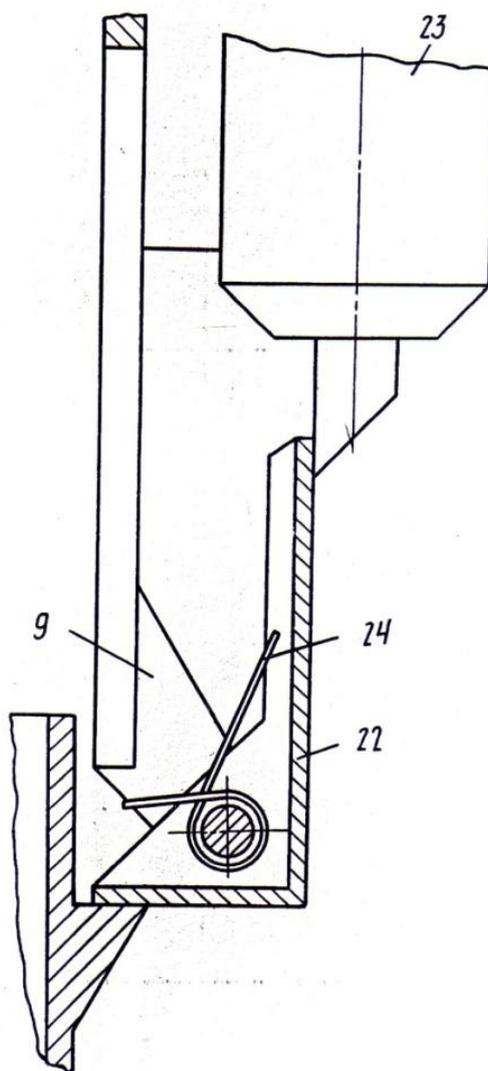


Рисунок 1.7 - Механизм включения

и гидроцилиндр 10 обеспечивают демпфирующий эффект. При натяжении тяги 2 начинается перемещение Т-образного рычага 18 до срабатывания выключателей 19 и отключения доильных стаканов.

Устройство для снятия доильного аппарата состоит из подвески 1, тяги 2, блока управления 3 и выключателя молокопровода 4. Подвеска 1 выполнена в виде соединенных пружинами 5 неподвижной 6 (закрепленной шарнирно на несущей конструкции доильного зала) и подвижной 7 траверс, между которыми размещены телескопические стержни 8 и механизм включения 9.

Телескопические стержни 8 выполняют функции демпфирующего устройства. На подвижной траверсе 7 жестко закреплен гидроцилиндр 10, внутри которого размещен жестко закрепленный на неподвижной траверсе 6 полый перфорированный шток 11 с поршнем 12, расположенным в гидроцилиндре 10 с кольцевым зазором и шариковым перепускным клапаном 13 одностороннего действия.

На подвижной траверсе закреплен стакан 14 с регулирующей поджатие пружины 15 регулировочной втулкой 16, в которой установлен хвостовик 17 Т-образного рычага 18. На стакане 14 установлены, выключатели 19 для взаимодействия с ними Т-образного рычага 18.

На верхней траверсе 6 закреплена гильза 20 с продольным пазом для перемещения по нему закрепленного на гидроцилиндре 10 упора 21, взаимодействующего с механизмом включения 9, состоящим из двуплечего рычага 22, закрепленного на гильзе 20 для взаимодействия со штоком электромагнита 23, закрепленного на этой же гильзе 20, и пружины 24, удерживающей в вертикальном положении рычаг 22 (рисунок 1.7). Блок управления 3 связан электрически с датчиком интенсивности потока молока 25, электромагнитом 23 и выключателем молокопровода 4.

Устройство для снятия доильного аппарата работает следующим образом: перед началом доения оператор растягивает пружины 5 до фиксации подвижной части на механизме включения 9, в котором двуплечий рычаг 22 коротким плечом упирается в упор 21, а длинным плечом в шток электромагнита 23 при этом тяга 2, провисая, дает возможность оператору одеть доильные стаканы на соски вымени.

При интенсивной молокоотдаче тяга 2 находится в расслабленном состоянии, выключатель молокопровода 4 в исходном положении не препятствует прохождению молока через молочный шланг. При снижении молокоотдачи (до 200 мл/мин) блок управления 3 вырабатывает выходной сигнал подаваемый на электромагнит 23, который, срабатывая, освобождает двуплечий рычаг 22, рычаг поворачивается и дает возможность подвижной траверсе 7 двигаться вверх, постепенно преодолевая сопротивление телескопических стержней 8, натягивается тяга 2 и соски вымени оттягиваются вниз и начинается процесс довода шарика перепускного клапана 13 прижат к верхнему отверстию и жидкость может перетекать в гильзу 20 через кольцевую, щель, образуемую поршнем 12 и внутренней поверхностью гидроцилиндра 10, создавая таким образом демпфирующий эффект, исключая резкие рывки и толчки.

При натяжении тяги 2 вступает в работу пружина 15, усилие которой регулируется регулировочной втулкой 16 и определяем время довода, оканчивающееся, когда Т-образный рычаг 18 включит выключатели 19 и сигнал включения будет передан на выключатель молокопровода 4, который пережмет молочный шланг и прекратит подачу вакуума в подсосковые камеры и доильные стаканы опадут под собственным весом, и повиснут на тяге 2.

Устройство для снятия доильного аппарата по авторскому свидетельству № 701606.

Устройство для снятия доильных аппаратов содержит силовой элемент, выполненный в виде двух камер 1 и 2, разделенных между собой мембраной 3 (рисунок 1.8). В камере 2

размещен шкив 5, установленный снаружи штока 6, на поверхности которого выполнена винтовая канавка. На шкив 5 наматывается тяга в виде троса 9. Воздушная камера 1 соединена с коллектором. Вытянутый трос присоединяется к коллектору. После окончания доения под воздействием вакуума мембрана 3 перемещает шток, который в свою очередь проворачивает шкив. Тросик 9 наматывается и поднимает доильный аппарат.

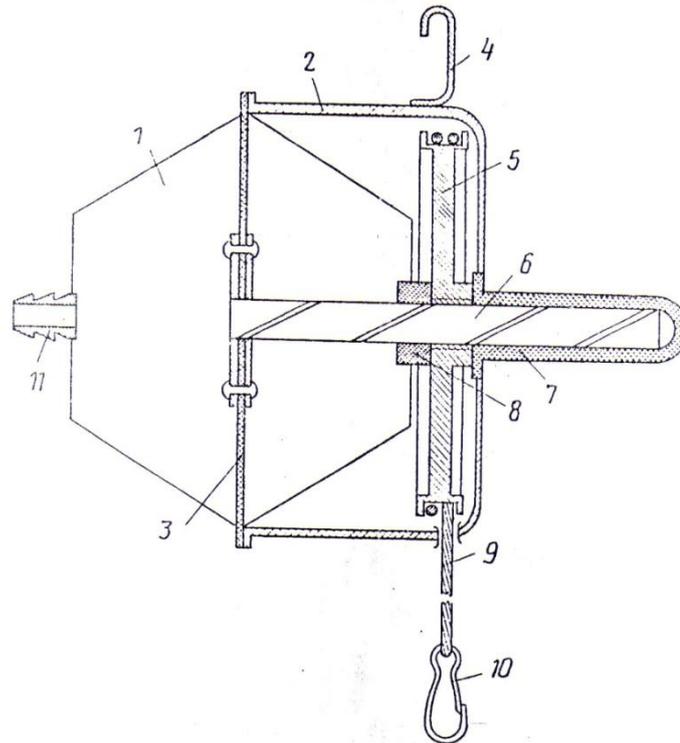


Рисунок 1.8 - Устройство для снятия доильных аппаратов.

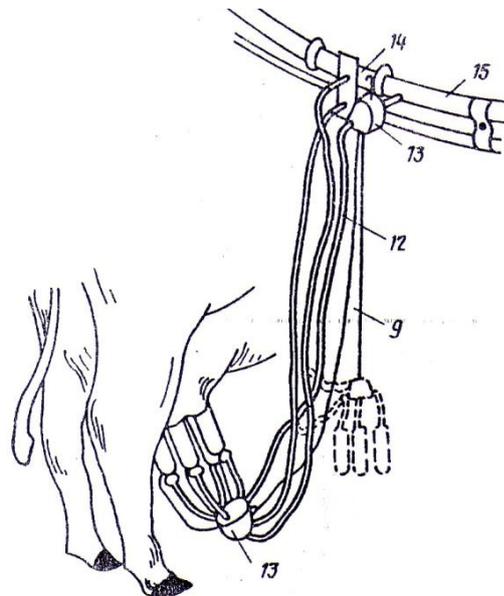


Рисунок 1.9 - Рабочее место устройства в процессе доения

Устройство для снятия доильных аппаратов содержит силовой элемент, выполненный в виде двух камер 1 и 2, разделенных между собой мембраной 3. Силовой элемент имеет крючок 4 подвеса. В камере 2 размещен шкив 5 с винтовой ступицей. Шкив 5 установлен

снаружи штока 6, на поверхности которого выполнена винтовая канавка. Один конец штока закреплен в центре мембраны, а другой расположен снаружи камеры 2 в направляющей втулке 7. В камере 2 установлена пластиковая упорная втулка 8 для снижения трения. На шкив 5 наматывается тяга, выполненная в виде капронового тросика 9 с карабином 10, для присоединения к коллектору. Воздушная камера 1 через штуцер 11 соединена шлангом 12 с переключателем вакуума доильного аппарата в коллекторе 13.

Устройство устанавливается с помощью крючка 4 подвеса рядом с молочновакuumным краном 14 молокопровода 15 доильной установки (рисунок 1.9).

Устройство работает следующим образом: оператор подключает доильный аппарат к системе молокопровода через кран 14, подвешивает устройство рядом и надевает стаканы на вымя животного. Вытянутый предварительно трос 9 карабином 10 присоединен к коллектору. После окончания доения переключатель вакуума соединяет воздушную камеру 1 с основной вакуумной магистралью. Под воздействием вакуума мембрана 3 перемещает шток, который в свою очередь проворачивает шкив на 2—3 оборота. Трос 9 наматывается, поднимает доильный аппарат и фиксирует его на вымени на высоте 500—600 мм от уровня пола.

Устройство для снятия доильных аппаратов, содержит силовой элемент, выполненный в виде разделенных между собой мембраной двух камер, в одной из которых размещен шток, закрепленный одним концом в центре мембраны, а другой его конец расположен снаружи камеры. Тяга прикреплена одним концом к доильным стаканам с коллектором, с целью упрощения конструкции, шток снабжен расположенным внутри камеры шкивом, а на его поверхности выполнена винтовая канавка, при этом свободный конец тяги закреплен на шкиве. Другая камера силового элемента сообщена с коллектором.

1.3 Правила и техника машинного доения

При доении коров доильным агрегатом должны выполняться следующие обязательные правила:

1. Доить корову следует ежедневно в одно и тоже время, предусмотренное распорядком дня. Нарушение распорядка может привести к торможению рефлекса молокоотдачи.

2. Для стимулирования молокоотдачи непосредственно перед тем, как надевать доильные стаканы на соски, необходимо обмыть вымя коровы чистой теплой водой ($t=40+45^{\circ}\text{C}$) и вытереть чистым полотенцем. Это должно способствовать также улучшению гигиены молока, повышению его качества. Разрыв во времени между подмыванием вымени коровы и надеванием доильных стаканов не должен быть больше одной минуты. У коров с

замедленным рефлексом молокоотдачи одновременно с подмыванием следует массировать вымя.

3. Перед тем, как надеть доильные стаканы, из каждого соска необходимо сдоить несколько струек молока в специальную кружку, снимающаяся крышка которой должна иметь ситечко или темную ткань (в комплекте не прикладывается). Это позволяет обнаружить заболевание коровы маститом (наличие хлопьев). Нельзя сдаивать первые струйки на пол.

4 Доильные стаканы следует надевать на соски только тогда, когда выполнены все подготовительные операции и корова припустила молоко.

5 Во время доения необходимо внимательно следить за работой доильного аппарата. Наблюдают за процессом доения по прозрачной вставке смотровой. Нормальная продолжительность доения 4+5 мин.

К концу доения (через 4--5 мин.) произведите машинное додаивания, а именно оттяните коллектор одной рукой вниз и вперед, и одновременно легко массируйте соответствующую четверть вымени вверх и вниз.

Снятие доильного аппарата должно производиться немедленно после окончания отдачи молока, для чего, поддерживая коллектор одной рукой, другой оттяните клапан коллектора в положение 3 (рис.6) снимите доильный аппарат. Нельзя срывать доильные стаканы с вымени.

При доении выведение молока может прекратиться из-за наползания доильных стаканов на вымя. Это происходит вследствие того, что к концу доения, когда основная часть молока из вымени удалена, ткани его расслабляются и соски под воздействием постоянного вакуума глубже втягиваются в доильные стаканы, а сами стаканы "ползут" вверх к основанию соска. Чтобы устранить наползание доильных стаканов, также производится машинное додаивание. Додаивать коров руками после доения машиной не следует, так как это приучает их к неполной отдаче молока в аппарат. Лучше всего приучать корову к машинному лю без ручного додаивания сразу после отела, ная с первой лактации.

После мойки рекомендуется смазывать соски вымени вазелином ветеринарным или специальным кремом.

5. Выключите вакуумную установку. Промойте доильную аппаратуру.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАТЬ

Доение коров осуществляется автоматизированной мобильной доильной установкой

Исходные данные.

Количество коров на ферме, гол. - 25

Средний годовой удой фуражной коровы, кг/год - 6000

Кратность доения, - 2

Начальная температура молока, поступающего на обработку, °С - +35

Температура охлажденного молока, °С - +5

Температура охлаждающей артезианской воды, °С - +6...8

Температура воды, охлажденной в холодильной установке, °С - + 2...3

Источник хладоснабжения - существующая холодильная установка

Источник пароснабжения - существующая котельная

Давление греющего пара в аппарате, кПа - не менее 40

Температура теплоносителя, °С - 95

Температура подогретого в регенераторе молока, °С - 37

Температура пастеризованного молока, °С -90

Рабочее давление в аппарате, кПа -240

2.1 Обоснование проектируемой поточной технологической линии

Беспривязное содержание коров наиболее перспективно на животноводческих предприятиях. Доят коров при этом на станочных доильных установках различных типов.

Различают два способа машинного доения:

- извлечение молока из вымени при помощи пульсирующего вакуумметрического давления в 42-53 кПа;
- механическое выжимание молока из сосков.

Последний способ пока не получил практического применения.

ГОСТ 11730-79 «Установки доильные» предусматривает классификацию их по следующим признакам:

- условия эксплуатации - стационарные и передвижные;
- положение станков при доении - неподвижные и подвижные (конвейерные);
- взаимное расположение станков на установке – «Тандем», «Ёлочка», турникет, параллельно-проходные, европараллель.

Производят доильные установки четырех типов:

- для доения в стойлах со сбором молока в доильные бидоны АД-100А с универсальными АДУ-1 или трехтактными аппаратами «Волга» и ДАС-2Б, ДАС-2В с универсальными или двухтактными аппаратами ДА-2М;
- для доения в стойлах со сбором молока по молочному трубопроводу в общую емкость АДМ-8 и ее модернизированный вариант АДМ-8-04;
- для доения на пастбищах и площадках со сбором молока через молочный трубопровод в общую емкость УДС-3;
- для доения в станках «Тандем» (УДТ), «Ёлочка» (УДЕ), «Карусель», «Юнилактор», полигон, тригон.

Наиболее целесообразно в нашем случае использовать автоматизированную мобильную доильную установку. Его применение обеспечивает индивидуальное обслуживание коров и удобство осмотра животных. Возможность доения каждой коровы отдельно, независимо от других, удобство работы создают благоприятные условия для индивидуального подхода к каждой корове, что позволяет использовать такие установки для доения высокопродуктивных и племенных коров, а также неподобранных коров (не выровненных по времени доения).

Коровье молоко – ценный пищевой продукт. Оно состоит из дисперсионной среды – плазмы, в которой растворены минеральные соли и молочный сахар, коллоидной среды (белков и солей) и мелкодисперсионной среды (молочного жира).

Молоко является благоприятной средой для развития микробов. В свежесвыдоенном молоке при различных способах его получения всегда находится то или иное количество микробов, которые попадают в него из вымени, с кожного покрова, а также с молочных коммуникаций, оборудования для охлаждения и др.

Обрабатывают полученное молоко по различным схемам. Наиболее рационально использовать схему, предусматривающую улучшенную очистку молока, его пастеризацию, глубокое охлаждение, длительное хранение. Обработанное молоко отправляют на пункт переработки.

Для очистки молока от указанных загрязнений на фермах применяют фильтры и центрифуги.

Удаление посторонних примесей при фильтрации или охлаждении исключает возможность растворения их в молоке и удаляет до 98% бактерий.

Пастеризаторы молока классифицируют по нескольким признакам:

- способу тепловой обработки - термические и холодные;
- характеру выполнения процесса - непрерывного и периодического действия;
- источнику энергии - паровые и электрические;
- виду теплоносителя - обогреваемые водой или паром;
- конструктивным особенностям - пластинчатые, трубчатые, центробежные с вытеснительным барабаном и др.;
- числу секций - одно-, двух-, многосекционные, комбинированные;
- направлению движения жидкости и теплоносителю - проточные и противоточные.

Охладители молока применяют двух типов: проточные и емкостные. Их классифицируют по следующим признакам:

- характеру соприкосновения с окружающей средой;
- профилю рабочей поверхности;
- числу секций;
- конструкции;
- форме;
- воздействиям, обуславливающим продвижение продукта;
- относительному направлению движения теплообменивающихся сред.

Наибольшее распространение получили закрытые поточные охладители с противоточным направлением молока и теплоносителя. Их выпускают односекционными и двухсекционными с подачей молока от 1000 до 10000 кг/ч. В основу технологического расчета линии машинного доения коров входит выбор доильной установки, определение ее производительности, количества операторов и доильных аппаратов, с которыми может работать оператор.

Количество доильных установок на ферме при доении составляет

$$Z_{\text{бп}} = \frac{M_{\text{к}} \times \beta}{Q_{\text{д.у.}} \times T}, \quad (2.1)$$

где $M_{\text{к}}$ – общее поголовье коров на ферме, составляет 25 гол;

β -коэффициент, учитывающий количество доящихся коров на ферме, рекомендуют принимать $\beta = 0,85 \dots 0,90$;

$Q_{\text{д.у.}}$ - паспортная производительность доильной установки, составляет 10...12 коров/ч;

T - продолжительность разового доения стада, рекомендуют принимать $T = 2$ ч;

Тогда

$$Z_{\text{бп}} = \frac{25 \times 0,9}{10 \times 2} = 1,125 \text{ шт.}$$

Принимаем количество доильных установок на ферме, равный одному.

Производительность труда оператора

$$Q_{\text{оп}} = \frac{60}{t_p}, \quad (2.2)$$

где t_p - время, затрачиваемое оператором на подготовительно-заключительные работы при каждом доении, для станочных доильных установок с индивидуальным обслуживанием животных рекомендуют $t_p = 1,4 \dots 1,5$ мин.

Тогда

$$Q_{\text{оп}} = \frac{60}{1,5} = 40 \frac{\text{гол.}}{\text{ч}}$$

Потребное количество операторов для обслуживания всего стада доящихся коров

$$Z_{\text{оп}} = \frac{M_{\text{г}} \times t_p}{60 \times T} = \frac{360 \times 1,5}{60 \times 6} = 1,5$$

Округляем в сторону увеличения, получаем число операторов, равное двум.

Количество аппаратов, с которыми может работать один оператор

$$Z_{\text{ап}} = \frac{t_{\text{м}} + t_p}{t_p} = \frac{t_{\text{м}}}{t_p} + 1, \quad (2.3)$$

Где $t_{\text{м}}$ – продолжительность доения одной коровы доильным аппаратом, рекомендуют $t_{\text{м}} = 4 \dots 6$ мин.

Тогда

$$Z_{\text{ап}} = \frac{4,5}{1,5} + 1 = 4$$

Фактическая производительность доильной установки

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{оп}} \times Z_{\text{оп}} = 40 \times 2 = 80 \frac{\text{гол}}{\text{ч}}$$

Тогда потребное количество доильных установок

$$Z_{\text{д.у}}^{\text{ф}} = \frac{M_{\text{г}}}{Q_{\text{ф}} \times T} = \frac{360}{80 \times 6} = 0,75$$

Принимаем одну доильную установку

2.2 Технологический расчет линии первичной обработки молока.

Расчет линии первичной обработки молока производится с учетом максимального суточного надоя молока

Общее годовое количество молока, подлежащее первичной обработке

$$M_r = M_{\text{ср}} \times t, \quad (2.4)$$

Где $M_{\text{ср}}$ – среднегодовой удой фуражной коровы, составляет 6000 кг/год;

t - число коров на ферме, составляет 25 гол.

Тогда

$$M_r = 6000 \times 25 = 150000 \text{ кг}$$

Максимальный суточный надой молока, кг.

$$M_{\text{сут}}^{\text{max}} = \frac{M_r \times K_n \times K_c}{365}, \quad (2.4)$$

Где K_n – коэффициент неравномерности удоя в течение года, рекомендуют

$K_n = 1,2 \dots 2,0$;

K_c – коэффициент, учитывающий сухостойность коров, рекомендуют $K_c = 0,8 \dots 1,0$.

Тогда

$$M_{\text{сут}}^{\text{max}} = \frac{150000 \times 2,0 \times 0,8}{365} = 657,5 \text{ кг.}$$

Максимальный разовый удой, кг.

$$M_{\text{раз}}^{\text{max}} = \frac{M_{\text{сут}}^{\text{max}}}{\varphi}, \quad (2.6)$$

Где φ - кратность доения коров в течение суток, рекомендуют $\varphi = 2 \dots 3$

Тогда

$$M_{\text{раз}}^{\text{max}} = \frac{657,5}{2} = 328,7 \text{ кг.}$$

Производительность линии машинного доения коров и первичной обработки молока, кг/ч

$$Q_{\text{п.л.}} = \frac{M_{\text{раз}}^{\text{max}}}{T} = \frac{328,7}{2} = 164,4 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

В соответствии со структурной схемой проектируемой поточной технологической линии очистки, охлаждения и пастеризации молока принимаем пастеризационно-охладительную установку.

Установка включает в себя секции пастеризации, регенерации, охлаждения пластинчатого аппарата, молочный насос, центробежный молокоотчиститель.

Центробежный очиститель молока, входящий в состав охлаждающе-пастеризационной установки, совершеннее молочных фильтров, при использовании которых часть механических примесей размывается, растворяется и, проходя через фильтр, остается в молоке. Кроме того, микроорганизмы, находящиеся на загрязнениях, смываются в молоко. При работе центробежного очистителя в поле центробежных сил инерции отделяются механические примеси в виде сепараторной слизи. Вместе с механическими примесями удаляются и бактерии, в частности спорообразующие. Для повышения эффективности очистки молоко подогревают до температуры $37^\circ \dots 40^\circ \text{C}$ в секции регенерации пластинчатого аппарата. Очищенное молоко поступает в секцию пастеризации, где нагревается горячей водой, которая подогревается паром, поступающим из существующей котельной.

2.3 Расчет пастеризатора молока

Количество теплоты, передаваемой молоку в процессе пастеризации,

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{пл}} \times C_{\text{п}} (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}), \quad (2.6)$$

Где $Q_{\text{пл}}$ – производительность (подача) линии первичной обработки молока, составляет $Q_{\text{пл}} = 164,4 \text{ кг/ч}$, ($0,045 \text{ кг/с}$)

$C_{\text{п}}$ – удельная массовая теплоемкость молока составляет $C_{\text{п}} = 3890 \text{ Дж}/(\text{кг} \times ^\circ\text{C})$

$t_{\text{к}}$ – конечная температура продукта, $^\circ\text{C}$; принимаем $t_{\text{к}} = 90^\circ\text{C}$

$t_{\text{н}}$ – начальная температура продукта, $^\circ\text{C}$; принимаем $t_{\text{н}} = 37^\circ\text{C}$

Тогда

$$Q_{\text{п}} = 0,045 \times 3890(90 - 37) = 175 \text{ Вт.}$$

Расход пара на пастеризацию молока

$$P_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{п}}}{(i_{\text{п}} - i_{\text{к}})\eta_{\text{п}}}, \quad (2.7)$$

Где $i_{\text{п}}$ – энтальпия (теплосодержание) пара, Дж/кг; находится по h_s -диаграмме, рекомендуют $i_{\text{п}} = 2680$ кДж/кг

$i_{\text{к}}$ – энтальпия конденсата, Дж/кг; рекомендуют $i_{\text{к}} = 335 \dots 350$ кДж/кг

$\eta_{\text{п}}$ – тепловой КПД пастеризатора, рекомендуют $\eta_{\text{п}} = 0,85 \dots 0,90$

Тогда

$$P_{\text{п}} = \frac{175}{(2680 - 350) \times 0,90 \times 10^3} = 0,035 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Площадь поверхности пастеризатора

$$F = \frac{Q_T}{K \times \Delta t_{cp}}, \quad (2.8)$$

Где K - общий коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/\text{м}^2 \times \text{град}$;
 рекомендуют $K = 4,18 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2} \times z \times \text{град}, (1160 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \times \text{град}.$

Δt_{cp} - средняя логарифмическая разность температур (средний градиент температур между теплообменными средами), град

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}}, \quad (2.9)$$

Где Δt_{max} - разность температур нагревающей (вода) и нагреваемой (молоко) среды вначале процесса, град; $\Delta t_{max} = 95 - 37 = 58^\circ\text{C}$

Δt_{min} - разность температур нагревающей и нагреваемой среды в конце процесса, град. $\Delta t_{min} = 95 - 90 = 5^\circ\text{C}$

Тогда

$$\Delta t_{cp} = \frac{58-5}{2,3 \lg \frac{58}{5}} = \frac{53}{2,3 \times 1,06} = 22 \text{ град.}$$

Подставим полученное значение в выражение (2.8), получим

$$F = \frac{72159,5}{1160 \times 22} = 2,8 \text{ м}^2$$

Количество пластин в пастеризаторе

$$n = \frac{F}{f}, \quad (2.10)$$

Где f - площадь поверхности одной пластины, м^2 ; рекомендуют $f = 0,15 \text{ м}^2$

Тогда

$$n = \frac{2,8}{0,15} = 18,7 \text{ Принимаем количество пластин, равное } 18$$

2.4. Расчет регенератора теплоты

Процесс возвращения теплоты от нагретого продукта к холодному называется регенерацией. Отношение возвращенного количества теплоты к общему, затраченному на пастеризацию продукта, называется коэффициентом регенерации.

Поверхность теплообмена регенератора

$$F_p = \frac{\varepsilon \times Q_{пл} \times C_{п}}{K(1-\varepsilon)}, \quad (2.11)$$

Где ε – коэффициент регенерации теплоты, принимают $\varepsilon = 0,6 \dots 0,8$

Тогда

$$F_p = \frac{0,7 \times 0,35 \times 3890}{1160 \times (1-0,7)} = 2,8 \text{ м}^2$$

Минимальное количество пластин в регенераторе

$$Z_p = \frac{F_p}{f_p}, \quad (2.12)$$

Где f_p – площадь поверхности одной пластины, м^2 ; рекомендуют

$$f_p = 0,15 \text{ м}^2$$

Тогда

$$Z_p = \frac{2,8}{0,15} = 18,7$$

Принимаем количество пластин в регенераторе, равное 19.

С учетом регенерации теплоты расход пара на пастеризацию молока составит

$$П_{п} = 0,035 \times (1 - 0,7) = 0,0105 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

При этом часовой расход пара $П_{п} = 37,8 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$

2.5 Расчет секций охлаждения молока

В принятой охладительно-пастеризационной установке для охлаждения молока установлены две секции. В одной из них используют артезианскую воду. А в другой- ледяную воду (охлажденную в холодильной машине).

В этой связи расчет включает последовательное определение параметров указанных секций.

В первой (водяной) секции тепловой поток, отбираемый артезианской водой от молока,

$$Q_{та} = M_{п} \times C_{п} \times (t_{нп} - t_{кп}), \text{ вт}, \quad (2.13)$$

Где $M_{п}$ – массовая подача молока, кг/с; составляет **1260,28 кг/ч (0,35 кг/с)**

$C_{п}$ - удельная массовая теплоемкость молока, составляет $C_{п} = 3890$

$t_{нп}$ - начальная и конечная температура молока соответственно $^{\circ}\text{C}$, $t_{нп} = 90^{\circ}\text{C}$; $t_{кп} = 40^{\circ}\text{C}$

Без учета потерь в окружающую среду это же количество теплоты получает хладоноситель.

Тогда

$$Q_{та} = 0,35 \times 3890 \times (90 - 40) = 68075 \text{ вт}$$

Во второй (ледяной) секции тепловой поток, отбираемый ледяной водой от молока,

$$Q_{тл} = M_{п} \times C_{п} \times (t_{нп} - t_{кп}), \quad (2.14)$$

$$Q_{тл} = 0,35 \times 3890(40 - 5) = 47652,5 \text{ вт}$$

Теплообменная поверхность водяной секции

$$F_{в} = \frac{Q_{та}}{K \times \Delta t_{ср}}, \quad (2.15)$$

Где K – коэффициент теплопередачи через плоскую стенку, $\frac{\text{вт}}{\text{м}^2 \times \text{град}}$;

рекомендуют $K = 4,18 \frac{\text{Мдж}}{\text{м}^2} \times r \times \text{град}$, ($1160 \frac{\text{вт}}{\text{м}^2} \times \text{град}$)

$\Delta t_{ср}$ - средняя логарифмическая разность температур, град.

$$\Delta t_{ср} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{2,3ig \times \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} = \frac{(90 - 6) - (40 - 8)}{2,3ig \frac{84}{32}} = \frac{84 - 32}{2,3 \times 0,42} = 54^{\circ}\text{C}$$

Тогда

$$F_{в} = \frac{68075}{1160 \times 54} = 1,08 \text{ м}^2$$

Теплообменная поверхность ледяной секции

$$F_{л} = \frac{Q_{тл}}{K \times \Delta t_{ср}}, \quad (2.16)$$

$$\Delta t_{ср} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{2,3ig \times \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} = \frac{(40 - 2) - (5 - 2)}{2,3ig \frac{38}{3}} = \frac{38 - 3}{2,3 \times 1,1} = 14^{\circ}\text{C}$$

Тогда

$$F_{л} = \frac{47652,5}{1160 \times 14} = 2,94 \text{ м}^2$$

Число пластин в водяной секции

$$Z_{в} = \frac{F_{в}}{f_{в}}, \quad (2.17.)$$

Где $f_{в}$ – рабочая поверхности теплообменной пластины, м^2 ;
рекомендуют $f_{в} = f_{л} = 0,15 \text{ м}^2$

Тогда

$$Z_{в} = \frac{1,08}{0,15} = 7,2$$

Принимаем $Z_{в} = 7$

Число пластин в ледяной секции

$$Z_{л} = \frac{F_{л}}{f_{л}} = \frac{2,94}{0,15} = 19,6$$

Принимаем $Z_{л} = 20$

На основании проведенных расчетов принимаем пастеризационно-охладительную установку ОПУ-3М, техническая характеристика которой представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Техническая характеристика пастеризационно-охладительной установки марки ОПУ-3М

Характеристика	показатель
Производительность, л/ч	3000
Температура продукта на входе, °С	5...10
Температура нагрева в аппарате, °С	76...80
Температура охлаждения, °С	2...6
Температура ледяной воды, °С	0...1
Давление ледяной воды, МПа	0,15
Давление греющего пара, МПа	0,3
Давление рабочее в аппарате, МПа	0,3
Поверхность теплообмена пластины	0,2
Число пластин, шт.	77
Потребление:	
Пара, кг/ч	75

Электроэнергии, кВт	10
Холода, кВт	21
Габаритные размеры, мм.	2050x700x1530

Минимальная вместимость резервуара для хранения охлажденного молока

$$V_p = \frac{M_{\text{сут}}^{\text{max}}}{K_0 \times \rho}, \quad (2.18)$$

Где $M_{\text{сут}}^{\text{max}}$ – максимальный суточный надой молока на ферме составляет-15123,3 кг/сут

K_0 - кратность отправки молока потребителям в течение суток, принимаем=2

ρ - плотность молока, $\rho = 1027 \dots 1029 \text{ кг/м}^3$

Тогда

$$V_p = \frac{15123,3}{2 \times 1028} = 7,4 \text{ м}^3$$

По рассчитанной вместимости принимаем резервуар ОМВ-10, имеющий рабочую вместимость 8 м^3 .

Таблица 2.2 – Техническая характеристика резервуара ОМВ-10 (вертикальный)

Характеристика	показатели
Геометрия корпуса	Вертикальная емкость
Рабочая вместимость, м^3	8
Полная вместимость, м^3	8,5
Условный проход патрубка наполнения/опорожнения, мм.	50
Габаритные размеры, мм.	4300x2270x2825
Масса, кг.	2350

2.6 Безопасность проектных решений

Размещение скотоводческих ферм, комплексов должно производиться с учетом местности, геологических, противопожарных, гигиенических, экономических и других аспектов, определяющих обязательные условия охраны окружающей среды. В связи с этим проектирование строительства нового или реконструкция существующего предприятия должно производиться с учетом бизнес-плана развития производства продукции скотоводства на ближайшие 10-20 лет.

Следовательно, крупные комплексы по производству молока и говядины с высокой концентрацией поголовья являются потенциальными источниками загрязнения почвы, водных источников, атмосферного воздуха. Поэтому для размещения помещений комплекса выбирают сухой, несколько возвышенный участок, на расстоянии 1-3 км от населенного пункта, незатопляемый паводковыми и ливневыми водами, с отсутствием низкого стояния грунтовых вод, отвечающий требованиям зоогигиенических и санитарных стандартов.

При строительстве скотоводческого предприятия необходимо заранее, предварительно определить, куда и в каком виде будут вывозиться, складироваться навоз и продукты его переработки.

Молочные комплексы и предприятия по выращиванию скота должны иметь такую планировку, которая бы исключала загрязнение подземных водных

источников сточными водами. Для этого предусматривается сточные канавы в комплексе с канализационной сетью и очистными сооружениями.

Для уменьшения, а в отдельных случаях полного исключения загрязнения воздушного бассейна и устранения вредных и неприятных запахов от скотоводческих предприятий применяют ускоренное удаление и правильное хранение отходов, обработку навоза, сточных вод, вентиляцию и очистку воздуха.

Навозохранилища служат для биотермического обеззараживания экскрементов животных за счет аэробной ферментации, в результате которой выделяется тепло, вызывая нагревание навоза до 60-70 °С, и за 1-3 месяца происходит полное его обеззараживание и дегельминтизация. При этом погибают не только патогенные микроорганизмы, но и семена сорняков теряют всхожесть. После такой доработки твердый навоз можно использовать в качестве органического удобрения, исключая загрязнение почв патогенными микроорганизмами, глистной инвазией, а также распространения на полях сорных трав.

2.7 Экологичность проектных решений

Биологически полноценным считается молоко, если оно не содержит посторонних веществ, получено от здоровых животных, потребляющих высококачественные корма и воду.

Антисанитарное состояние помещения для скота и доения коров влияет на вкус и запах молока. Запах коровы и загона часто появляется в молоке в зимние месяцы и может быть обусловлен как составом воздуха в помещении, так и болезнью крупного рогатого скота — кетозом.

Пороки запаха и вкуса могут быть обусловлены плохо вымытой емкостью и остатками моющих и дезинфицирующих средств в них и трубопроводах, образованием в нечистых емкостях продуктов белкового распада. Гидролитическая прогорклость вызывается липазами. Молоко стародойных коров также склонно к прогорканию. Прогорклый вкус молока может быть при инфекционных болезнях и т. д.

Непосредственное влияние на качество молока оказывает вода, используемая для поения животных и в технологических операциях, связанных с получением и первичной обработкой молока на молочных фермах (поение животных, санитарная обработка вымени, мойка оборудования, инвентаря и т. д.). Поступающая на животноводческие предприятия вода должна отвечать требованиям ГОСТ 2874—88 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».

В организм лактирующих животных и непосредственно в молоко загрязнители попадают многочисленными путями.

Механические примеси и микробы попадают в молоко с поверхности вымени коров, кожи животного, рук доярок, из подстилки, доильных аппаратов, трубопроводов, фильтрующего материала, фляг, молочных цистерн и т. д. При этом около 20% механических примесей растворяются в молоке, а возникшие при этом вторичные продукты не удаляются фильтрацией и центрифугированием.

При машинном доении около 90 % микрофлоры попадает в молоко из соответствующих загрязнителей на внутренних поверхностях трубопроводов. Загрязнители поступают в молоко из среды обитания лактирующих животных, при транспортировке его на перерабатывающие предприятия и с остаточной водой, применяемой для мойки технологического оборудования. Молоко поступает из соска вымени здоровой коровы практически стерильным (за исключением первых струек). Нетипичные для молока микроорганизмы попадают в него при заболеваниях животного и из окружающей среды. Интенсивное обсеменение сырого молока мезофильными микроорганизмами и низкий коли-титр свидетельствуют о грубых нарушениях санитарно-гигиенических условий его получения, хранения и транспортировки. В молоко попадают бактерии в основном из плохо промытых доильных аппаратов и технологического оборудования. В нем они размножаются, и за время хранения продукта количество их повышается. Но при охлаждении размножение бактерий замедляется, поэтому свежесцеженное молоко необходимо как можно быстрее охладить.

Антибиотики, попавшие в молоко из организма коров, вызывают изменения биохимических, физико-химических и технологических свойств молока. В связи с этим для получения молока высокого качества по этим показателям не рекомендуется лечить коров в лактационный период антибиотиками. Для лечения коров, больных маститом, следует использовать биологические препараты.

Обращение с животными должно быть спокойным и уверенным, но не грубым.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Выбор, обоснование и описание новой конструкции

Задачей настоящей разработки является оптимизация режима доения и создание автоматизированной мобильной доильной установки.

Для достижения этого предложена мобильная доильная установка, содержащий доильное ведро, вакуумную аппаратуру, доильные стаканы, вакуумные и молочные шланги и манипулятор. Она оборудована одноосной тележкой, причем манипулятор к одноосной тележке прикреплен посредством поворотного механизма, выполненного в виде неподвижной пластины с двумя отверстиями и стержня с ручкой, к которому прикреплена пластина с фиксатором и пластина, шарнирно соединенная с пневмоцилиндром. Тележка снабжена упором, выполненным в виде трубчатого корпуса с пазом, взаимодействующим со штифтом подвижного штока. В крышке доильного ведра установлены четыре датчика наличия молока, сообщаемые каждый со своим стаканом, причем датчики снабжены управляющими камерами с плунжерами, содержащими каналы, камерами постоянного вакуума и управляющего вакуума, при этом управляющая камера первого датчика сообщена с вакуумным насосом, а управляющие камеры последующих датчиков сообщены с управляющей камерой предыдущего датчика через короткие каналы их плунжеров при нижнем положении поплавка, причем короткий канал плунжера последнего датчика сообщен с пневмоусилителем, управляющим пневмоцилиндрами, длинные каналы плунжеров связаны с соответствующими механизмами додаивания. Каждый доильный стакан содержит механизм додаивания, выполненный в виде двух пневмоцилиндров, к штангам которых посредством сферических шарниров прикреплена упорная шайба, взаимодействующая с долей вымени,

причем пневмоцилиндры жестко прикреплены к стаканам.

На рисунке 3.1 а приведена автоматизированная мобильная доильная установка, общий вид; на рисунке 3.1 б - датчик потока молока; на рисунке 3.1 в - поворотный механизм; на рисунке 3.1 г - механизм додаивания; на рисунке 3.1 д – упор; на рисунке 3.2 - схема доильного аппарата с манипулятором доения (патент РФ №2189737).

Автоматизированная мобильная доильная установка состоит из вакуумной аппаратуры 1, доильного ведра 2, блока управления 3, манипулятора 4 с поворотным механизмом 5, доильных стаканов 6 с механизмом додаивания 7, одноосной тележки 8 с упором 9.

Вакуумная аппаратура 1 включает вакуумный насос 10, вакуумный регулятор 11 и вакуумметр 12.

Доильное ведро 2 установлено на одноосной тележке 8 и имеет крышку с смонтированным блоком управления 3 и распределителем постоянного вакуума 13.

Блок управления 3 выполнен в виде четырех датчиков наличия молока 14, 15, 16, 17, каждый из которых соединен молочным шлангом 18 со своим коллектором 19 и далее доильным стаканом 6. Молочные шланги 18 снабжены пневмозажимом 20.

В корпусе датчиков 14-17 наличия молока установлены поплавки 21 с иглами 22, которые выполнены с переменным по длине сечением. Корпус каждого датчика наличия молока 14-17 имеет калиброванное отверстие 23, перегородку 24, молокоподводящий 25 и молоковыводящий 26 патрубки. Каждый поплавок 21 соединен с плунжером 27. Корпус плунжера 28 имеет четыре камеры: камеру 29 атмосферного давления, камеру 30 постоянного вакуума, камеру 31 атмосферного давления, камеру 32 управляющего вакуума.

Камера 30 постоянного вакуума первого датчика 14 соединена вакуум-шлангом 33 через распределитель постоянного вакуума 13 с вакуум-шлангом 34.

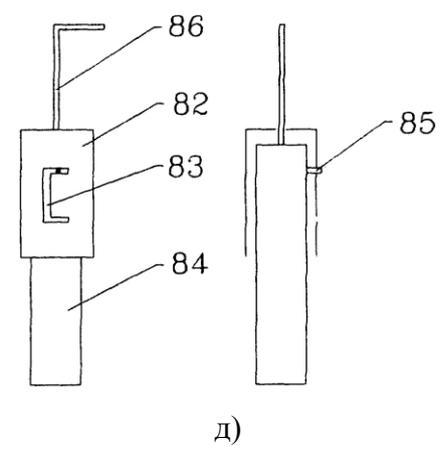
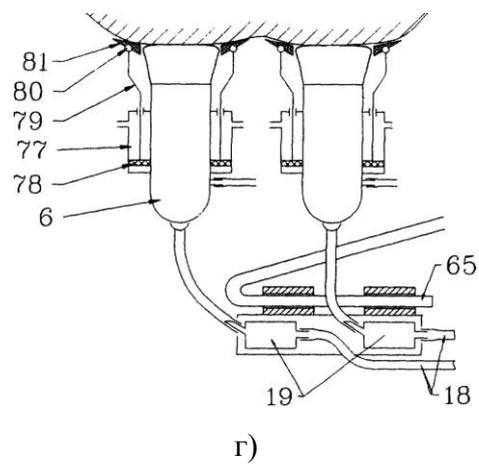
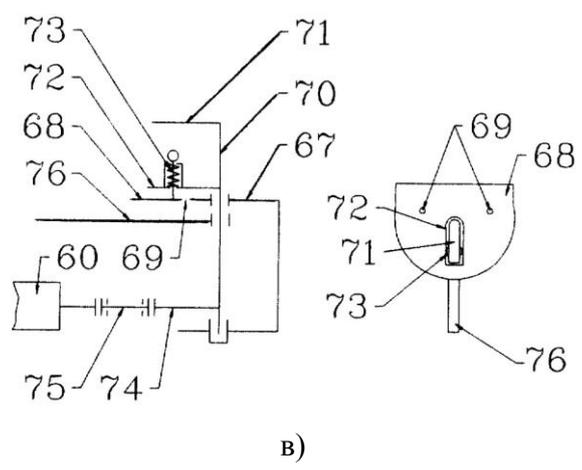
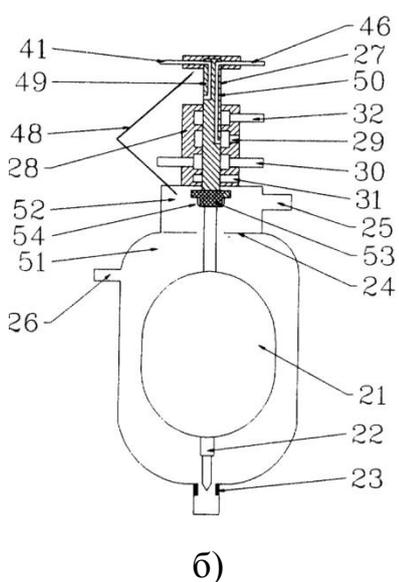
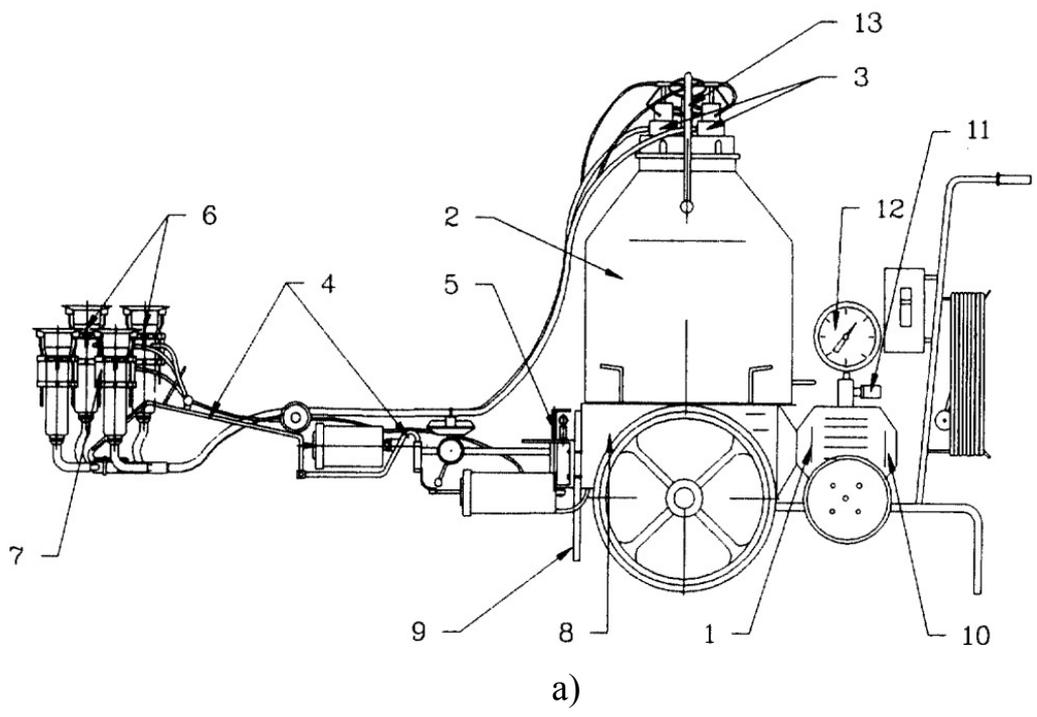


Рисунок 3.1 - Автоматизированная мобильная доильная установка

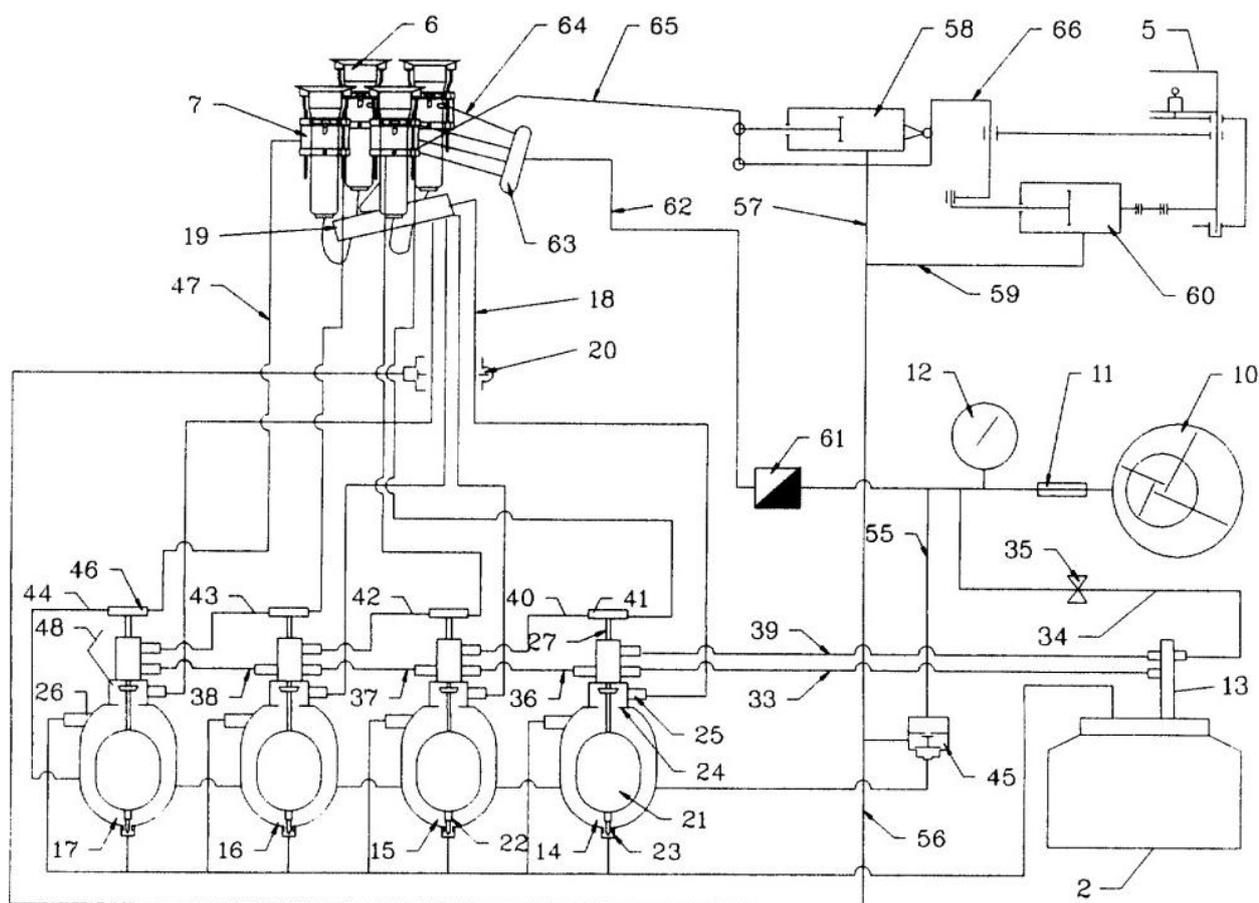


Рисунок 3.2 - Схема доильного аппарата с манипулятором доения

Последний соединен с вакуумным насосом 10 и снабжен механическим зажимом 35. Камера 30 постоянного вакуума первого датчика 14 соединена вакуум-шлангом 36 с камерой 30 постоянного вакуума последующего датчика 15, которая соединена вакуум-шлангом 37 с камерой 30 постоянного вакуума следующего датчика 16 и далее посредством вакуум-шланга 38 с камерой 30 постоянного вакуума последнего датчика 17.

Камера 32 управляющего вакуума первого датчика 14 соединена вакуум-шлангом 39 с распределителем постоянного вакуума 13. Камера 32 управляющего вакуума последующего датчика 15 соединена вакуум-шлангом 40 с патрубком 41 первого датчика 14. Камера 32 управляющего вакуума третьего датчика 16 соединена вакуум-шлангом 42 с патрубком 41 второго датчика 15. Камера 32 управляющего вакуума последнего датчика 17 соединена вакуум-шлангом 43 с патрубком 41 третьего датчика 16. Патрубок 41 последнего датчика 17 соединен вакуум-шлангом 44 с пневмоусилителем 45.

Патрубок 46 каждого датчика наличия молока 14-17 соединен вакуум-шлангом 47 с механизмом 7 додаивания каждого доильного стакана 6.

В верхней части корпуса датчиков наличия молока 14-17 установлена стартовая скоба 48. Плунжер 27 снабжен коротким каналом 49 и длинным каналом 50. Короткий канал 49 соединен с патрубком 41, а длинный канал - с патрубком 46.

Перегородка 24 делит корпус каждого датчика 14-17 наличия молока на камеры 51 и 52. Последняя снабжена клапаном 53 с каналом 54.

Пневмоусилитель 54 соединен вакуум-шлангом 55 с вакуумным насосом 10, вакуум-шлангом 56 - с пневмозажимом 20, вакуум-шлангом 57 - с пневмоцилиндром 58, вакуум-шлангом 59 - с пневмоцилиндром 60 вывода манипулятора.

Пульсатор 61 соединен с вакуумным насосом 10 и вакуум-шлангом 62 с распределителем 63 переменного вакуума, а затем посредством вакуум-шлангов 64 с межстенными камерами доильных стаканов 6.

Манипулятор мобильного автомата доения коров включает в себя пневмоцилиндр 58 с рычагом 65, поворотный рычаг 66, пневмоцилиндр 60 вывода манипулятора, поворотный механизм 5 для перевода манипулятора в правое и левое рабочие положения. Последний состоит из корпуса 67, включающего в себя пластину 68 с двумя отверстиями 69 для фиксации. В корпусе 67 расположен стержень 70 с ручкой 71, выполненный с возможностью вращения в одной плоскости. На стержне 70 жестко закреплены пластина 72 с пружинным фиксатором 73, пластина 74, шарнирно соединенная с пластиной 75. Последняя шарнирно соединена с пневмоцилиндром 60 вывода манипулятора. Рычаг манипулятора 76 шарнирно соединен с поворотным рычагом 66 и со стержнем 70.

Доильные стаканы 6 снабжены механизмом додаивания 7. Последний включает два пневмоцилиндра 77, жестко закрепленных на доильном стакане 6. Поршень 78 каждого пневмоцилиндра посредством двух штанг 79 и сферических шарниров 80 связан с упорной шайбой 81. Каждый доильный

стакан 6 имеет коллектор 19, который снабжен калиброванным отверстием. Каждый коллектор 19 прикреплен к скобе, которая соединена с рычагом 65.

Упор 9 состоит из трубчатого корпуса 82 с пазом 83, позволяющим фиксировать положение подвижного штока 84 посредством штифта 85. Для изменения положения подвижный шток 84 снабжен ручкой 86.

Автоматизированная мобильная доильная установка работает следующим образом.

Оператор подвозит одноосную тележку 8 между двух коров. Переводит упор 9 в рабочее положение, для чего посредством ручки 86 поворачивает подвижный шток 84. При этом штифт 85 выходит из верхнего фиксированного положения в пазу 83, расположенном в трубчатом корпусе 82, и перемещается в нижнее положение. Затем оператор посредством ручки 86 поворачивает подвижный шток 84, при этом штифт 85 занимает нижнее фиксированное положение.

Затем оператор переводит поворотный механизм 5 в правое или левое рабочее положение, в зависимости от очередности доения коров. Для этого посредством ручки 71 оператор поворачивает стержень 70 в корпусе 67, и пружинный фиксатор 73, расположенный на пластине 72, входит в отверстие 69, расположенное на пластине 68. При этом происходит поворот рычага манипулятора 76 и пластины 74. Пластина 75, шарнирно соединенная с пластиной 74, поворачивается при этом в противоположную сторону, увлекая за собой пневмоцилиндр 60 вывода манипулятора.

После этого оператор включает вакуумную аппаратуру 1 и по показаниям вакуумметра 12 посредством вакуумного регулятора 11 устанавливает рабочий вакуум. После подготовки вымени к доению оператор устанавливает датчики 14-17 наличия молока в стартовое положение поднятием плунжеров 27 и фиксацией их стартовыми скобами 48. Затем открывает механический зажим 35 и подводит доильные стаканы 6 под вымя животного. Удерживая одной рукой коллекторы 19, приподнимает доильные стаканы 6, а другой рукой надевает их на вымя животного. Вакуум от вакуумного насоса 10 по вакуум-шлангу 34

через распределитель 13 постоянного вакуума поступает в доильное ведро 2 и через датчики 14-17 наличия молока по шлангам 18 через коллекторы 19 поступает в подсосковые камеры доильных стаканов 6. Вакуум от вакуумного насоса 10 через пульсатор 61 по вакуум-шлангу 62 поступает в распределитель переменного вакуума 63 и далее по вакуум-шлангам 64 в межстенные камеры доильных стаканов 6. При стартовом положении датчиков 14-17 наличия молока их плунжеры 36 находятся в верхнем положении. Механизм 7 додаивания каждого доильного стакана 6 соединен с атмосферой по вакуум-шлангу 47, патрубку 46, длинному каналу 50 плунжера 27 с атмосферной камерой 29.

Также соединяются с атмосферой пневмоцилиндр 58, пневмоцилиндр 60 вывода манипулятора и пневматический зажим 20. Воздух по короткому каналу 49 плунжера 27 через патрубок 41 последнего датчика 17 наличия молока по вакуум-шлангу 44 поступает к пневмоусилителю 45, а далее по вакуум-шлангу 56 к пневматическому зажиму 20 и по вакуум-шлангам 57 и 59 в пневмоцилиндр 58 и пневмоцилиндр 60 вывода манипулятора.

Молоко, поступающее в начале доения, выводится в доильное ведро 2 через калиброванное отверстие 23. С увеличением интенсивности молокоотдачи молоко не успевает проходить через калиброванное отверстие 23 датчиков 14-17 наличия молока, и их камеры 51 заполняются молоком, что обеспечивает некоторый подъем поплавков 21. При этом стартовая скоба 48 освобождается от упора в головку плунжера 27 и под действием силы тяжести занимает нижнее положение, и датчик наличия молока начинает контролировать режим работы.

Большая часть молока через выходной патрубок 26 поступает в доильное ведро 2, а небольшая часть молока вытекает через калиброванное отверстие 23, в котором находится нижняя часть иглы 22. Вертикальные колебания поплавка 21 вместе с иглой 22 обеспечивают очистку калиброванного отверстия 23 от засорения. В каждой четверти вымени процесс молокоотдачи проходит по-разному (по времени и количеству молока), также работают датчики 14-17

наличия молока соответствующих четвертей вымени. При снижении интенсивности молокоотдачи выход молока через патрубок 26 прекращается и оно вытесняется только через калиброванное отверстие 23. Снижение интенсивности молокоотдачи вызывает опускание поплавка 21 с иглой 22 в калиброванное отверстие 23. При снижении интенсивности молоковыделения доли вымени (до 120 г/мин) отверстие длинного канала 50 плунжера 27 соединится с камерой 30 постоянного вакуума, и вакуум из доильного ведра 2 через распределитель постоянного вакуума 13, по вакуум-шлангу 38, через камеру 30 постоянного вакуума датчика 14 наличия молока, по длинному каналу 50, через патрубок 46, по вакуум-шлангу 47 поступает в механизм 7 додаивания доильного стакана 6.

Посредством разрежения, устанавливающегося в пневмоцилиндрах 77 каждого доильного стакана 6, поршни 78 с помощью штанг 79 и сферических шарниров 80 воздействуют на упорную шайбу 81, соприкасающуюся с околососковым пространством четверти вымени. Вследствие этого доильный стакан 6 перемещается вниз относительно упорной шайбы 81, т.е. происходит процесс додаивания.

Каждая камера 30 постоянного вакуума датчиков 14-17 наличия молока постоянно соединена с распределителем постоянного вакуума 13. Вакуум из распределителя постоянного вакуума 13 по вакуум-шлангу 33 через камеру 30 постоянного вакуума первого датчика 14 наличия молока по вакуум-шлангу 36 поступает в камеру 30 постоянного вакуума последующего датчика 15 наличия молока, затем по вакуум-шлангу 37 в камеру 30 постоянного вакуума датчика 16 наличия молока и по вакуум-шлангу 38 в камеру 30 постоянного вакуума последнего датчика 17 наличия молока. Так что независимо от положения плунжера 27 остальных датчиков в камере постоянного вакуума 30 каждого датчика будет вакуум.

Если после включения в работу механизма 7 додаивания интенсивность молоковыделения возрастает, поплавков 21 поднимается вверх, отверстие

длинного канала 50 выходит из камеры 30 постоянного вакуума и датчик наличия молока снимает разрежение с механизма 7 додаивания.

Утолщенный участок иглы 22 выходит из калиброванного отверстия 23, увеличивая его пропускную способность. При дальнейшем снижении интенсивности молоковыделения (до 120 г/мин) вновь поступает разрежение в механизм 7 додаивания.

С дальнейшим уменьшением молокоотдачи происходит дальнейшее опускание поплавка 21 с плунжером 27. При уменьшении интенсивности молоковыделения (до 50 г/мин, что обеспечивается выходным переменным сечением калиброванного отверстия 23), поплавок 21 занимает нижнее положение, клапан 53 перекрывает отверстие в перегородке 24 и обеспечивает соединение камеры 51 с камерой 52 датчика наличия молока только посредством каналов 54 клапана 53. Вакуум, поступив в камеру 52 по каналам 54 клапана 53, по шлангу 18 поступает в коллектор 19, где за счет поступления через калиброванное отверстие потока воздуха устанавливается заданный вакуум (до 250 мл рт. ст.), что способствует удержанию доильного стакана 6 на четверти вымени.

Одновременно отверстие длинного канала 50 соединяется с атмосферной камерой 31, и воздух по длинному каналу 50 через патрубок 46 по вакуум-шлангу 47 поступит в механизм 7 додаивания доильного стакана 6. При нижнем положении поплавка 21 отверстие короткого канала 49 плунжера 27 соединится с управляющей камерой 32.

Вакуум из распределителя постоянного вакуума 13 по вакуум-шлангу 39 поступает в камеру 32 управляющего вакуума первого датчика 14 наличия молока. Камеры 32 управляющего вакуума датчиков 14-17 наличия молока соединены так, что вакуум поступит из патрубка 41 последнего датчика 17 наличия молока только при окончании доения всех долей вымени, т.е. плунжеры 27 датчиков 14-17 наличия молока займут нижнее положение, независимо от очередности их опускания.

Вакуум из камеры 32 управляющего вакуума первого датчика 14 наличия молока по короткому каналу 49 плунжера 27 поступает к патрубку 41, а от него по вакуум-шлангу 40 в управляющую камеру 32 последующего датчика 15 наличия молока, затем из нее по короткому каналу 32 плунжера 27 по вакуум-шлангу 42 поступит в управляющую камеру 32 датчика 16 наличия молока, из нее по короткому каналу 49 плунжера 27 по вакуум-шлангу 43 в управляющую камеру 32 последнего датчика 17 наличия молока и по короткому каналу 49 плунжера 27 к патрубку 41.

Как только в последней доле вымени интенсивность молокоотдачи снизится до 50 г/мин, вакуум из патрубка 41 датчика 17 наличия молока поступит по вакуум-шлангу 44 к пневмоусилителю 45, который срабатывает, и вакуум от вакуумного насоса по вакуум-шлангу 55 через пневмоусилитель 45 одновременно поступает - по вакуум-шлангу 56 к пневмозажиму 20, который срабатывает и перекрывает молочные шланги 18, в результате чего давление в подсосковых камерах доильных стаканов 6 приближается к атмосферному и доильные стаканы 6 упадут с сосков; - по вакуум-шлангу 57 в пневмоцилиндр 58, вследствие чего пневмоцилиндр 58 приподнимает рычаг 65 с доильными стаканами 6, тем самым исключая повреждение доильных стаканов 6; - по пневмошлангу 59 в пневмоцилиндр 60 вывода манипулятора, который выводит манипулятор из под коровы.

Оператор закрывает механический зажим 35, устанавливает поплавки 21 в стартовое положение. Автоматизированная мобильная доильная установка готов для выдаивания следующего животного.

Применение автоматизированной мобильной доильной установки позволит снизить уровень заболеваемости вымени коров маститом, повысить полноту выдаивания и производительность труда.

3.2 Конструкторские расчеты

Исходные данные:

масса доильного аппарата $m = 2,5$ кг;

давление внутри цилиндра $p = 50$ кПа.

Расчет диаметра гофрированного вакуумного подъемника доильных стаканов с коллектором.

Для расчета диаметра гофрированного вакуумного подъемника используется формула, связывающая давление внутри цилиндра и усилие, которое будет действовать на поршень посредством троса со стороны доильного аппарата:

$$p = \frac{F}{S},$$

где p - давление внутри гофрированного вакуумного подъемника, кПа;

F - усилие, которое действует на поршень, Н;

$$F = m \cdot g, \quad (3.1)$$

где m - масса доильного аппарата, кг;

g - ускорение свободного падения, m/c^2 ; $g = 9,8$ m/c^2 .

S - площадь поверхности днища поршня, m^2 ;

$$S = \pi \cdot r^2, \quad (3.2)$$

где r - радиус, м;

$$\pi = 3,14.$$

Учитывая все эти формулы, окончательно получаем:

$$p = \frac{mg}{\pi r^2},$$

Из этой формулы получаем:

$$r = \sqrt{\frac{mg}{\pi p}},$$

$$r = \sqrt{\frac{2,5 \times 9,8}{3,14 \times 50 \times 10^3}} = 0,012 \text{ м.}$$

Следовательно диаметр цилиндра будет равен:

$$D = 2 \cdot r = 2 \cdot 0,012 = 0,024 \text{ м.}$$

3.3 Экономическое обоснование автоматизированной мобильной доильной установки

3.3.1 Расчёт массы и стоимости новой конструкции автоматизированной мобильной доильной установки

Масса новой конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_K + G_T)k, \quad (3.1)$$

где G – масса новой конструкции доильной установки, кг;

G_K – масса проектируемых деталей, кг;

G_T – масса стандартных деталей, кг, $G_T = 45$;

k – коэффициент, учитывающий массу материалов израсходованных на изготовление конструкции.

Расчетную массу проектируемых деталей и узлов и агрегатов приводим в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Расчёт массы разработанных деталей

Наименование деталей	Объём спроектированных деталей, см ³	Плотность материала, кг/см ³	Масса детали, кг
Штырь	200	0,002	0,4
Цилиндр, 2шт	1000	0,002	2,0
Рама	1200	0,002	2,4
Штуцер, 4шт	100	0,002	0,2

Масса разработанных деталей определяется по формуле:

$$G_K = (G_{ш.} + G_{ц.} + G_p + G_{шт.}), \quad (3.2)$$

где $G_{ш.}$ – масса штыря, кг;

$G_{ц.}$ – масса цилиндра, кг;

G_m – масса рамы, кг;

$G_{шт.}$ – масса штуцера, кг;

Принимая во внимание, что

$G_{ш.}=0,4$ кг, $G_{ц}=2$ кг, $G_p=2,4$ кг, $G_{ш}=0,2$ кг,

находим суммарное значения масс:

$$G_k = (0,4 + 2 + 2,4 + 0,2) = 5 \text{ кг};$$

$$G_1 = 5 + 45 = 50 \text{ кг}.$$

Балансовая стоимость нового манипулятора по сопоставимости массы определяется из формулы:

$$C_{\delta 1} = \frac{C_{\delta 0} \cdot G_0 \cdot \delta}{G_1}, \quad (3.3)$$

где $C_{\delta}, C_{\delta 1}$ – балансовая стоимость существующих деталей, руб.;

$G_0; G_1$ – масса старой и новой конструкции, кг;

δ – коэффициент удешевления конструкции.

Принимая значения как

$C_{\delta 0}=68000$ руб.; $G_1=50$ кг, $\delta=0,9 \dots 0,95$, $G_0=45$ кг

получаем:

$$C_{\delta 1} = \frac{68000 \cdot 45 \cdot 0,9}{50} = 55080 \text{ руб.}$$

3.3.2. Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Энергоемкость процесса доения определяется по следующей зависимости [2]:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_z}, \quad (3.4)$$

где N_e – потребляемая мощность, Вт;

W_z – часовая производительность, л/ч.

Учитывая, что $N_e=0,5$, находим [2]:

$$\mathcal{E}_0 = \frac{0,5}{78,6} = 0,006 \text{Вт} \cdot \text{ч} / \text{л},$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{0,5}{93} = 0,005 \text{Вт} \cdot \text{ч} / \text{л}.$$

Металлоёмкость процесса доения определяется по следующей зависимости [2]:

$$M = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_c}, \quad (3.5)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка установки;

T_c – срок службы установки лет.

Исходя из того, что $G_0=45$, $G_1=50$, $W_0=78,6$, $W_1=93$, $T_{год1,0}=1350$,

$T_{c1,0}=5$, и подставляя значения вычисляем:

$$M_0 = \frac{45}{78,6 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,00008 \text{кг} / \text{л},$$

$$M_1 = \frac{50}{93 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,000079 \text{кг} / \text{л}.$$

Фондоёмкость процесса доения определяется по следующей зависимости [2]:

$$F = \frac{C_б}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (3.6)$$

где $C_б$ – балансовая стоимость конструкции, руб.;

Подставляя значения ранее рассчитанной балансовой стоимости $C_{61}=16632$ руб., $C_{60}=20000$ руб., определяем фондоемкость [2]:

$$F_0 = \frac{68000}{78,6 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,128 \text{ руб / л}$$

$$F_1 = \frac{55080}{93 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,088 \text{ руб / л}$$

Себестоимость исходного и проектируемого варианта манипулятора определяется по следующей зависимости [2]:

$$S = C_{з.п.} + C_э + C_{р\text{то}} + A, \quad (3.7)$$

где $C_{з.п.}$ – затраты на оплату труда работникам, руб./л;

$C_э$ – затраты на электропотребление, руб/л;

$C_{р\text{то}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание существующей и разработанной конструкции манипулятора, руб;

A – амортизационный отчисления на продукцию, руб/л;

$$C_{з.п.} = z \cdot T_e \cdot K_{\partial} \cdot K_{ст} \cdot K_{от} \cdot K_{сс}, \quad (3.8)$$

где z – тарифная ставка, для оператора доения II разряда $z = 48,45$ руб;

T_e – трудоёмкость, чел/литр.

$$T_e = \frac{Пр}{W_r}, \quad (3.9)$$

$$T_{eo} = \frac{1}{78,6} = 0,0114 / л,$$

$$T_{e1} = \frac{1}{93} = 0,0108 / л,$$

$$C_{3.n0} = 120 \cdot 0,011 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 2,69 \text{ руб} / л,$$

$$C_{3.n1} = 120 \cdot 0,01 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 2,27 \text{ руб} / л.$$

Затраты на электроэнергию определяются по следующей зависимости [2]:

$$C_э = C_э \cdot Э_э, \quad (3.10)$$

где $C_э$ – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч;

$Э_э$ – потребляемая мощность, кВт·ч.

Принимая во внимание, что $C_э=2,88$ руб./кВт·ч, $Э_{e0}=0,006$; $Э_{e1}=0,005$, находим:

$$C_{э0} = 2,88 \cdot 0,006 = 0,018 \text{ руб} / л,$$

$$C_{э1} = 2,88 \cdot 0,005 = 0,015 \text{ руб} / л.$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание манипулятора определяется по следующей зависимости [2]:

$$C_{pmo} = \frac{C_б \cdot N_{pmo}}{100 \cdot W_2 \cdot T_{год}}, \quad (3.11)$$

где N_{pmo} – суммарная норма затрат на РТО, %.

$$C_{pmo0} = \frac{68000 \cdot 18}{100 \cdot 78,6 \cdot 1350} = 0,115 \text{ руб / л},$$

$$C_{pmo1} = \frac{55080 \cdot 18}{100 \cdot 93 \cdot 1350} = 0,079 \text{ руб / л}.$$

Амортизационные отчисления вычисляются по следующей зависимости [2]:

$$A = \frac{C_{\delta} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.12)$$

где a – норма амортизации, %.

Принимая по нормативам, что $a_{0,1}=20\%$, находим

$$A_0 = \frac{68000 \cdot 20}{100 \cdot 78,6 \cdot 1350} = 0,128 \text{ руб / л},$$

$$A_1 = \frac{55080 \cdot 20}{100 \cdot 93 \cdot 1350} = 0,088 \text{ руб / л}.$$

$$S_0 = 2,69 + 0,018 + 0,115 + 0,128 = 2,95 \text{ руб / л},$$

$$S_1 = 2,27 + 0,015 + 0,079 + 0,088 = 2,45 \text{ руб / л}.$$

Приведённые затраты на работу конструкции определяют по следующей зависимости [2]:

$$C_{np} = S + E_n \cdot \kappa = S + E_n \cdot F_t, \quad (3.13)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

κ – удельные капитальные вложения или фондёмкость.

Принимая, что $E_n=0,15$ находим:

$$C_{\text{прив}0} = 2,95 + 0,15 \cdot 0,128 = 2,97 \text{ руб} / \text{л},$$

$$C_{\text{прив}1} = 2,45 + 0,15 \cdot 0,088 = 2,47 \text{ руб} / \text{л}.$$

Годовая экономия от использования нового манипулятора определяется по следующей зависимости [2]:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_r \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.14)$$

где $T_{\text{год}}$ – годовая нормативная загрузка, ч.

Принимая во внимание, что $T_{\text{год}}=1350$, находим:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (2,95 - 2,45) \cdot 93 \cdot 1350 = 62287 \text{ руб}.$$

Годовой экономический эффект определяется по следующей зависимости [2]:

$$\begin{aligned} E_{\text{год}} &= (C_{\text{прив}0} - C_{\text{прив}1}) \cdot W_r \cdot T_{\text{год}}, \\ E_{\text{год}} &= (2,97 - 2,47) \cdot 93 \cdot 1350 = 63049 \text{ руб}. \end{aligned} \quad (3.15)$$

Срок окупаемости капиталовложений определяется по следующей зависимости [2]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.16)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{55080}{62287} = 0,88 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности капиталовложений определяется по следующей зависимости [2]:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_б} = \frac{1}{T_{ок}},$$

$$E_{эф} = \frac{1}{0,88} = 1,13$$
(3.17)

Результаты расчетов заносятся в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№	Наименование показателей	Ед. измер.	Базовой (исходной)	проектируемой
1.	Часовая производительность	л/ч	78,6	93
2.	Фондоёмкость процесса	руб/л	0,128	0,088
3.	Энергоёмкость процесса	Вт/л	0,006	0,005
4.	Металлоёмкость процесса	кг/л	0,00008	0,000079
5.	Трудоёмкость процесса	ч-ч/л	0,013	0,011
6.	Уровень эксплуатационных затрат	руб/л	2,95	2,45
7.	Уровень приведённых затрат	руб/л	2,97	2,47
8.	Годовая экономия	руб	-	62287
9.	Годовой экономический эффект	руб	-	63049
10.	Срок окупаемости капитала вложений	лет	-	0,88
11.	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-		1,13

3.4 Требования безопасности на рабочем месте оператора машинного доения

3.4.1 Требования к руководителям

Руководители подразделений не должны допускать ввода в эксплуатацию установок, имеющих отступлений от требований техники безопасности и производственной санитарии.

К обслуживанию установок допускаются лица, прошедшие инструктаж. На каждую установку должен быть заведён журнал учёта работы, в котором оператор отмечает рабочие параметры, возникшие неполадки и принятые меры.

Организация и размещение оборудования в доильном зале должны отвечать следующим требованиям:

а) обеспечивать безопасность операторов машинного отделения, предотвращать возможность травм от применяемого оборудования, а также от ударов животных, ушибов, падений;

б) облегчать работу оператора, позволяя ему точно и быстро воспринимать зрительные, слуховые и тактильные сигналы и быстро реагировать на эти сигналы нужным рабочим движением и управляющим действием;

в) уменьшать напряженность работы, создавая хорошую видимость оборудования и объектов труда, обеспечить оператору физиологически удобную позу.

3.4.2 Требования к оператору машинного доения

Для выполнения этих требований необходимо соблюдать следующие меры безопасности: к обслуживанию и работе на доильном агрегате допускается только специально подготовленный персонал, изучивший эксплуатационные документы, прилагаемые к установке, прошедший инструктаж под руководством лица, ответственного за эксплуатацию электротехнических установок и технику безопасности в хозяйстве, научившийся практически обращаться с установками и агрегатами.

Обслуживающий персонал обучить и проинструктировать по технике безопасности в соответствии с действующими положениями.

Все работы, связанные с техническим обслуживанием и устранением неисправностей оборудования, производить только при выключенных двигателях. При этом обеспечить установку и вывесить плакат «Не включать! Работают люди!». Принять меры, препятствующие случайной подаче

напряжения к месту работы, снять предохранители или поставить изолирующие накладки.

В помещениях запрещается курение и пользование открытым пламенем. Помещение оборудовать первичными средствами пожаротушения, которые должны находиться в исправном состоянии в соответствии с требованиями существующих положений.

Обслуживающий персонал обучить обращению со средствами пожаротушения.

Не допускается включать вакуумные установки при наличии трещин или осколков в стеклянном молокосорнике (если молокопровод стеклянный).

Запрещается работать со снятыми ограждениями.

При использовании горячей воды и химикатов для промывки и дезинфекции соблюдать осторожность и внимательность. При приготовлении кислотных растворов применять резиновые перчатки и фартук.

При доении с животными обращаться спокойно, внимательно, соблюдать необходимую осторожность.

Содержать помещение в чистоте. Хранение посторонних предметов, воспламеняющихся веществ в помещении вакуумной установки строго воспрещается.

Все электросиловые установки, а также вакуумпровод должны быть заземлены. Работа без заземления запрещена.

Категорически запрещается направлять струю воды на электродвигатели и блоки управления.

Вакуумные установки, компрессоры, электродвигатели и пусковая аппаратура должны находиться в специальных изолированных помещениях. Размещение другого оборудования в этих помещениях и доступ посторонних лиц в них запрещаются.

Техника безопасности при обслуживании вакуумных установок сводится к следующему:

В помещении, где установлены вакуумные насосы, должны быть ящик с песком и огнетушитель. В нем не должны храниться легковоспламеняющиеся вещества.

Запускать вакуумные насосы разрешается только при полной их исправности лицами, прошедшими соответствующий инструктаж и допущенными к работе на электроустановках.

Вакуумная установка должна иметь надежное заземление.

Между вакуумным насосом и вакуумпроводом устанавливается изоляционная вставка размером не менее 0,5 м, исключающая попадание вакуумной линии под напряжение в случае замыкания обмотки электромотора на корпус установки.

Вакуумная установка должна находиться в отдельном помещении, куда вход посторонним лицам воспрещается.

Рубильники и предохранительные рубильники должны быть закрытого типа. Вакуумные трубопроводы в помещениях, где отсутствует система выравнивания потенциалов, соединяются с вакуум-насосом токонепроводящим патрубком длиной не менее 1000 мм. Вакуумные баллоны не следует располагать над насосами, так как скапливающийся в насосах конденсат может залить электродвигатель и вызвать замыкание электропроводки.

При прокладке трубопровода внутри коровника расстояние между трубами и электрическими проводами должно быть не менее 100 мм. Молокопроводная магистраль и вакуумные линии трубопроводов необходимо надежно закрепить к опорам или специальным столбам. Чтобы обеспечить оператору удобный выход и подключение доильных аппаратов, молокопровод и вакуумный провод следует располагать на высоте 1700–1900 мм, а в местах проезда они могут быть подняты до 2200 мм.

При разборке и сборке молокопровода и доильной аппаратуры обслуживающий персонал во избежание травм рук должен соблюдать особую осторожность в обращении со стеклянными изделиями. При наличии трещин или осколков стеклянные трубки должны быть выбракованы. Во время

испытаний молоко-вакуумпровода на герметичность весь скот, расположенный в коровнике, необходимо из него вывести.

Рабочих, занятых на промывке и дезинфекции доильной аппаратуры, молокопроводов, охладителей и молокосборников, обеспечивают специальной защитной одеждой: очками, резиновыми перчатками, прорезиненными фартуками, резиновыми сапогами и др.

При работе с моющими и дезинфицирующими средствами следует строго выполнять следующие правила:

В молочном отделении следует иметь аптечку, в которой должны быть 1 %-ный раствор соды и соляной кислоты, вата, бинты, настойка йода, лейкопластырь.

При пересыпании синтетических моющих средств из заводской тары в расходную необходимо пользоваться респираторами или ватно-марлевыми повязками. Руки должны быть сухими или в резиновых перчатках.

При работе с кислотами или растворами щелочей необходимо использовать защитные очки, резиновые перчатки и влагонепроницаемые передники.

При проведении дезинфекции паром или обработке оборудования растворами повышенной температуры используют защитные очки и рукавицы.

При ручной санобработке молочного оборудования необходимо использовать удлиненные ерши и щетки с ручками, а для защиты рук – резиновые перчатки. Хранить химические санитарные средства следует в сухом затемненном месте. Щелочи и кислоты размещают отдельно с целью предотвращения прямого их контакта. Ответственный за хранение химических санитарных средств назначается приказом по совхозу (решение правления колхоза) после инструктажа по технике безопасности.

При приготовлении кислотных растворов к теплой воде прибавляют кислоту, а не наоборот.

На современных животноводческих комплексах и фермах широко используют холодильные установки, в качестве хладагентов в них применяют

фреон или аммиак. Неправильная эксплуатация их может привести к тяжелым последствиям. Установлено, что при содержании в воздухе 30% фреона у человека может наступить смерть от удушья. Попадание жидкого фреона в глаза приводит к слепоте, а на кожу – к обморожению. Поэтому к обслуживанию холодильных установок допускают лиц не моложе 18 лет, прошедших специальное обучение и имеющих соответствующее свидетельство по обслуживанию данной установки.

На каждую установку нужно завести журнал, куда записывают показатели ее работы, все операции по установлению неисправностей, результаты проверки контрольно-измерительных и автоматических приборов.

В машинном отделении на видном месте следует вывесить схему холодильной установки.

3.4.3 Расчёт заземления автоматизированной мобильной доильной установки

Наиболее распространённой и надёжной мерой защиты людей от поражения электрическим током является защищённое заземление – преднамеренное электрическое соединение с землёй или её элементом металлических токоведущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

В качестве искусственных заземлений используют стальные трубы или стерженьки длиной 2-3 м.

Сопротивление растекания тока одиночного стержневого заземления определяется [11,12]:

$$R_e = 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + 0,5 \lg \frac{4h+l}{4h-l} \right), \quad (3.18)$$

где R_e – сопротивление растеканию тока одиночного стержневого заземления, Ом;

ρ – сопротивление почвы, Ом·см;

l – длина стержня, см;

d – диаметр стержня, см;

h – глубина заделки.

Принимая во внимание, что $\rho = 10^4$, $l = 300$, $d = 1$, $h = 300$, находим:

$$R_e = 0,366 \frac{10^4}{300} \left(\lg \frac{2 \cdot 300}{1} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 300 + 300}{4 \cdot 300 - 300} \right) = 29,5 \text{ Ом.}$$

Необходимое число заземлений [11,12] определяется:

$$n = \frac{R_e \cdot k_c}{R_n \cdot \eta_z}, \quad (3.19)$$

где n – необходимое число заземлений;

K_c – коэффициент сезонности;

R_n – нормативное сопротивление заземлений, Ом;

η_z – коэффициент использования заземлений.

Принимая во внимание, что $k_c = 1,2$, $R_n = 10$, $\eta_z = 0,88$, находим:

$$n = \frac{29,5 \cdot 1,2}{10 \cdot 0,88} = 4.$$

Число заземлений – 4.

3.5 Правила экологической эксплуатации автоматизированной мобильной доильной установки

Доение коров осуществляется механизированным способом с помощью доильной установки, на промывку которого расходуется большое количество воды. Необходимо так же обновлять оборудование и своевременно проводить ТО, для предотвращения поломки, что может привести к потреблению большого количества электрической энергии.

Используемая в процессе промывки доильного оборудования вода после окончания рабочего процесса должна соответствовать ГОСТ 17.13.13-86 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений [14].

3.6 Вывод

Конструктивные расчеты позволили определить конструктивные параметры рабочего органа автоматизированной доильной установки. Так же

был рассчитан экономический эффект от использования проектируемой автоматизированной мобильной доильной установки, который составил 63049 руб.

ВЫВОДЫ

В настоящей выпускной квалификационной работе было произведено совершенствование технологии доения с разработкой автоматизированной мобильной доильной установки.

Предложена оригинальная конструкция автоматизированной мобильной доильной установки, которая совмещает в себе мобильную доильную установку и манипулятор, для которой приводятся необходимые расчеты.

На основании обзора существующих конструкций, можно сказать, что существующие мобильные доильные установки имеют ряд недостатков, а основным из которых является потребность в операторе для контроля процесса доения.

На основании обзора можно сказать, что в настоящее время разработаны большая разновидность мобильных доильных установок. Но в основном все операции по доению выполняются операторами, поэтому для увеличения производительности операторов доения необходимо разработать автоматизированную мобильную доильную установку.

На основании анализа полученных технико-экономических показателей, можно сделать вывод о целесообразности применения разрабатываемой установки. Экономический эффект от использования одной проектируемой автоматизированной мобильной доильной установки составил 63049 руб., что говорит о целесообразности его использования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешкин В.Р. Механизация животноводства. Агропромиздат, 1985.
2. Банников А.Г и др. Основы экологии и охраны окружающей среды. - М.: Колос, 1996 – 311.
3. Баутин В.Н. Механизация и электрификация с/х производства / В.Н. Баутин М.: - Колос, 2000.
4. Брагинец И.В., Палишкин Д.А. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. М.: Колос, 1978.
5. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных работ квалификационных работ – Казань, 2009.
6. Гордиенко Н., Быковская Н. Разведение и содержание крупного рогатого скота. Учебно- справочное пособие. М: БАО, 2011. – 64с.
7. Дегтерев Г.П. Технологии и средства механизации животноводства / Г.П. Дегтерев. М.: Столичная ярмарка, 2010 - 384 с.
8. Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С. и др. Машины и оборудование для приготовления кормов. М.: Россельхозиздат, 1987-285 с.
9. Лисовский И.В. Справочная книга по механизации кормопроизводства. Л.: Лениздат, 1984-268 с.
10. Мельников С.В. Механизация животноводческих ферм. М.: колос, 1969.
11. Миндубаев Э.Х. Основной цех фермы. Казань, Татарское книжное издательство, 1983- 95 с.
12. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие.- Казань: РИЦ “Школа”, 2004-144с.
13. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Издание 5-ое, переработанное. М.: Колос, 1969-123с.
14. Хазанов Е.Е., Гордеев В.В., Хазанов В.Е. Модернизация молочных ферм. М: Агропромиздат, 2008. – 376 с.