

**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 коров с разработкой доильного робота

Шифр ВКР.35.03.06.391.18.МПД.00.00.ПЗ

Студент 2412 с группы Хисамов Р.Ш.  
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент Хусаинов Р.К.  
ученое звание Ф.И.О.  
подпись

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол №9 от «05» февраля 2018 г.)

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

**Казань – 2018 г.**

# СОДЕРЖАНИЕ

## ВВЕДЕНИЕ

### 1. АНАЛИЗ ПАТЕНТНОГО ПОИСКА

1.1 Анализ существующих конструкций манипуляторов доения.....

### 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....

2.1 Технология доения роботами.....

2.2 Доильные роботы.....

2.3 Расчет расхода воздуха вакуумным насосом.....

2.4 Физическая культура на производстве.....

### 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Выбор, обоснование и описание новой конструкции .....

3.2 Конструктивные расчеты .....

3.3 Расчёт молниезащиты .....

3.4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....

3.4.1. Экономическое обоснование конструкции.....

3.4.2 Расчёт массы и стоимости конструкции.....

3.4.3. Расчёт технико-экономических показателей эффективности

конструкции и их сравнение .....

### ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....

### СПЕЦИФИКАЦИИ.....

### ПРИЛОЖЕНИЯ .....

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа Хисамова Р.Ш. на тему: «Совершенствование технологии доения коров с разработкой доильного робота».

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на листах машинописного текста, включающую \_\_\_\_-таблиц, \_\_\_\_-рисунков. Библиографический список содержит \_\_\_\_ наименований. Графическая часть работы выполнена на \_\_\_\_листах формата А1.

Первый раздел выпускной квалификационной работы характеризует анализ существующих конструкций манипуляторов доения.

Во втором разделе дан анализ проектирования системы электроснабжения и расчетный анализ.

В третьем разделе приведена конструкторская часть, выбор, обоснование и описание новой конструкции, а так же конструктивные расчеты для выбранной конструкции и экономическое обоснование конструкции.

## **ABSTRACT**

Graduation qualification work Khisamova R.Sh. on the theme: "Improving the technology of milking cows with the development of a milking robot".

The final qualifying work contains an explanatory note on pages of typewritten text, including \_\_\_\_-tables, \_\_\_\_-drawings. The bibliography contains \_\_\_\_ titles. Graphical part of the work is done on \_\_\_\_ sheets of A1 format.

The first section of the final qualifying work characterizes the analysis of the existing structures of milking manipulators.

The second section gives an analysis of the design of the power supply system and a calculation analysis.

The third section shows the design part, selection, justification and description of the new design, as well as structural calculations for the chosen design and the economic justification of the design

## ВВЕДЕНИЕ

Увеличение производства продукции животноводства в стране предусматривается главным образом за счёт внедрения интенсивных технологий и новой техники, повышения продуктивности скота, а также широкого использования различных форм хозяйствования. Создание новых машин и оборудования должно основываться на строго научном подходе, для комплексной механизации сельскохозяйственного производства. Внедрение в производство новой системы машин позволит уменьшить эксплуатационные издержки на получение продукции животноводства на 20...25%, снизить прямые затраты труда в 1,5...1,9 раза по сравнению с уровнем достигнутым в хозяйствах страны.

При разработке производственно-технологических процессов для ферм и комплексов постепенно от автоматизации отдельных работ и операций переходят к автоматизации целых технологических процессов.

Доение коров в доильных залах осуществляется автоматизированными доильными установками типа «тандем», «ёлочка», «карусель». На доильных установках автоматизированы работы кормового транспортера, раздача корма, промывка и дезинфекция молочно-доильной аппаратуры в циркуляционном режиме, массаж вымени, транспортировка и учёт выдюенного молока, выдача концентрированных кормов животным в зависимости от надоя, стабилизация вакуумного режима и дополнительно установлен автомат доения, предназначенный для додаивания коров и снятия доильных стаканов с вымени по прекращении молокоотдачи без участия оператора.

Для поддержки доильного аппарата в нерабочем положении, облегчения надевания стаканов доильного аппарата на соски коровы и машинного додаивания, автоматического снятия доильного аппарата с сосков после окончания доения и автоматического отвода доильного аппарата от вымени служит манипулятор доения. Автоматизация таких операций очень важно, так как при машинном доении один оператор обслуживает большое количество животных и уследить за процессом доения практически невозможно. Очень

важно после прекращения поступления молока из вымени вовремя снять доильные стаканы. В противном случае, если доильный аппарат продолжает работать, вместо молока с сосков начинает поступать кровь, что во первых вредно сказывается на здоровье животного, что приведет к заболеванию мастит, во вторых портится всё надоенное молоко, которое приведёт к большим экономическим потерям. Кроме того, использование манипулятора доения во многом облегчает труд оператору, что значительно увеличивает производительность и следовательно снижает издержки на производство.

Поэтому основной целью данной работы считается закрепление теоретических дисциплин путем проектирования процессов, а также их расчетов, применение инженерных знаний для совершенствования конструкций и повышение эффективности манипуляторов доильных установок.

## 1. АНАЛИЗ ПАТЕНТНОГО ПОИСКА

### 1.1 Анализ существующих конструкций манипуляторов доения

В настоящее время были разработаны множество конструкций манипуляторов доения отличающихся исполнительными органами, конструкцией датчиков потока молока и т.д.

На рисунке 1.1 приведен переносной манипулятор для доения коров. Он состоит из доильного аппарата 1, тросом 2 связанного с пневмоцилиндром 3, который посредством скобы 4, (с возможностью качания) прикреплен к стойке 5, и блока управления 6, который посредством разъема 7 прикреплен к молокопроводу 8 и вакуумпроводу 9 доильной установки АДМ-8. Блок управления 6 содержит молоколовушку 10 с поплавком (на схеме не показан), обладающую пороговой интенсивностью потока молока начала всплытия поплавка - 50 мл/мин, сообщающуюся с молокопроводом 8 и посредством молочной трубы 11 - с молокоприемной камерой 12 коллектора 13, а также снабженный электрогенератором 14 двухполупериодный пульсатор 15, входным патрубком сообщающимся с вакуум-проводом 9, а двумя выходными - посредством спаренной вакуумной трубы 16 с распределительной камерой 17 коллектора 13 и далее патрубком 18 с камерой управления 19 пневмоклапана 20 и клапанной коробкой 21 регулятора вакуума 22 однокамерного доильного стакана 23. Электрогенератор 14 электрической цепью через геркон 24, установленный на молоколовушке 10 и управляемый постоянным магнитом, смонтированным в поплавке молоколовушки 10, соединен с электропневмоклапаном 25, включенным в разрыв трубопровода 26, предназначенным для сообщения пневмоцилиндра 3 в открытом положении с вакуум-проводом 9, а в закрытом - с атмосферой. Для установки поплавка в стартовое положение молоколовушка 10 снабжена рычагом 27, связанным с поплавком. Трос 2 пневмоцилиндра 3 соединен со свободным концом рычага 28, соединенного с клапаном 29 отключения доильного аппарата. Пневмоклапан однокамерного доильного стакана 23 выполнен в виде разделенных гибкой мембранный камеры управления 19 и камеры

атмосферного давления. Мембрана соединена с клапаном, предназначенным для перекрытия сообщения между камерой атмосферного давления и подсосковой камерой доильного стакана 23 и обеспечения дозированного поступления атмосферного воздуха в подсосковую камеру в открытом своем положении. В центре мембрана содержит клапан, образующий с выпускной трубкой калиброванную щель. Причем, для обеспечения работоспособности регулятора вакуума должно выполняться условие:

$$D_m > D_v,$$

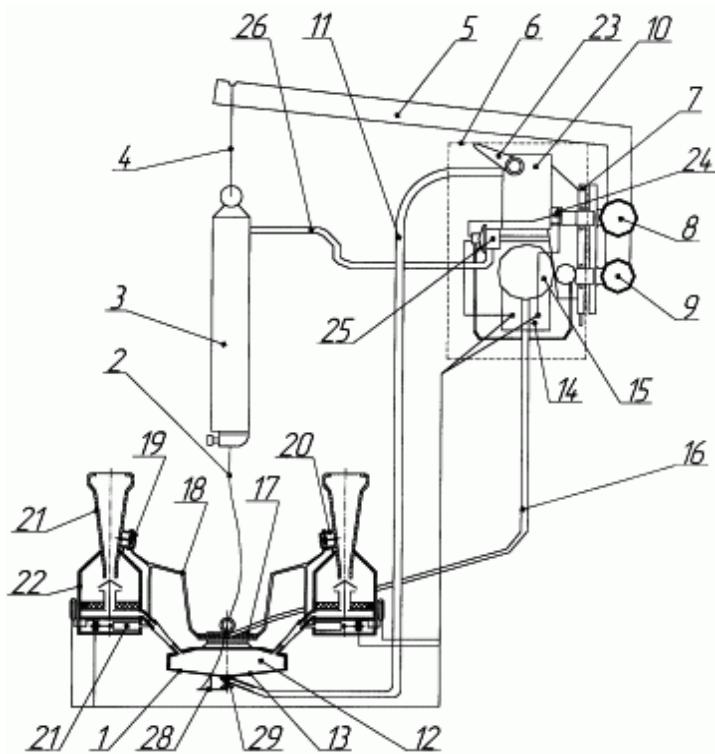
где  $D_m$  - диаметр мембраны регулятора вакуума;

$D_v$  - диаметр выпускной трубы.

Переносной манипулятор работает следующим образом:

В процессе работы пульсатора 15 электрогенератор вырабатывает электроэнергию, подводимую по электрической цепи к электроклапану регулятора вакуума и к электропневмоклапану 25. В начальный момент при отсутствии молока в молоколовушке регулятора вакуума 22 доильного стакана 23 поплавок расположен внизу и под воздействием магнитного поля магнита геркон разомкнут. В результате этого электроклапан обесточен и обратный клапан закрыт. При отсутствии молока в молоколовушке 10 ее поплавок также находится в нижнем положении и под воздействием магнитного поля магнита, установленного в поплавке, геркон 24 разомкнут и электропневмоклапан 25 обесточен. При этом вакуумметрическое давление из вакуум-проводка 9 через электропневмоклапан 25 по трубопроводу 26 поступает в пневмоцилиндр 3, под воздействием которого его поршень втягивает трос 2, удерживая тем самым доильный аппарат 1 в исходном положении. Одновременно с этим вакуумметрическое давление из молокопровода 8 поступает в молоколовушку 10 и далее по молочной трубке 11 к коллектору 13 доильного аппарата 1. Клапан 29 отключения доильного аппарата при этом закрыт. Рычагом 27 устанавливают поплавок молоколовушки 10 в стартовое положение. При этом магнит поплавка удаляется от геркона 24 и он замыкается, включив питание электропневмоклапана 25, который отключает пневмоцилиндр 3 от вакуум-

провод 9 и соединяет его с атмосферой. В результате трос 2 свободно вытягивают из пневмоцилиндра 3, освобождая доильный аппарат 2. Затем открывают клапан 29 и вакуумметрическое давление распространяется в молокоприемную камеру 12 коллектора 13 и далее по патрубку в молокоотводную камеру регулятора вакуума 22, откуда по переливной трубке поступает в молоколовушку и через калиброванную щель, образованную установленным в центре мембранным клапаном и выпускной трубкой - в подсосковую камеру доильного стакана 23. Причем так как в камере управления регулятора вакуума 22 вакуумметрическое давление ниже, чем в молокоотводной камере, то мембрана, прогибаясь вверх, прижимает клапан к выпускной трубке, тем самым затрудняя откачу воздуха из подсосковой камеры доильного стакана 23. В результате в подсосковой камере устанавливается вакуумметрическое давление, соответствующее давлению в камере управления регулятора вакуума 22, изменяющееся в соответствии с переключением пульсатора 15. При этом при подаче в клапанную коробку 21 регулятора вакуума 22 и камеру управления 19 пневмоклапана 20 атмосферного давления клапан открыт и атмосферный воздух дозированным потоком поступает в подсосковую камеру доильного стакана 23, способствуя установлению в ней пониженного вакуумметрического давления, а также, при наличии, транспортировке молока. Доильный аппарат 1 устанавливают на вымя коровы и начинают процесс доения.



1-доильный аппарат; 2-трос; 3-пневмоцилиндр; 4-скоба; 5-стойка; 6-блок управления; 7-разъем; 8-молокопровод; 9-вакуумпровод; 10-молоколовушка; 11-молочная трубка; 12-молокоприемная камера; 13-коллектор; 14-электрогенератор; 15-двуихполупериодный пульсатор; 16-вакуумная трубка; 17-распределительная камера; 18-патрубок; 19-камера управления; 20-пневмоклапан; 21-клапанная коробка; 22-регулятор вакуума; 23-доильный стакан; 24-геркон; 25-электропневмоклапан; 26-трубопровод; 27-рычаг; 28-свободный конец рычага; 29-клапан

Рисунок 1.1 - Схема переносного манипулятора доения

В такте сосания молоко поступает в выпускную трубку доильного стакана 23 и через калиброванную щель стекает в молоколовушку, откуда через калиброванную щель, образованную переливной трубкой с дном молоколовушки, поступает в молокоотводную камеру и далее по патрубку в молокоприемную камеру 12 коллектора 13, откуда через открытый клапан 29 по молочной трубке 11 поступает в молоколовушку 10 и далее в молокопровод 8. При смене такта в пульсаторе 15 атмосферное давление по цепочке: трубка 16, распределительная камера 17, патрубок 18 поступает в камеру управления 19 пневмоклапана 20 и клапанную коробку 21 регулятора вакуума 22. В результате, мембрана выравнивается и освобождает клапан, который открывает сообщение между камерой атмосферного давления и подсосковой камерой доильного стакана 23, а в камере управления регулятора вакуума, за счет

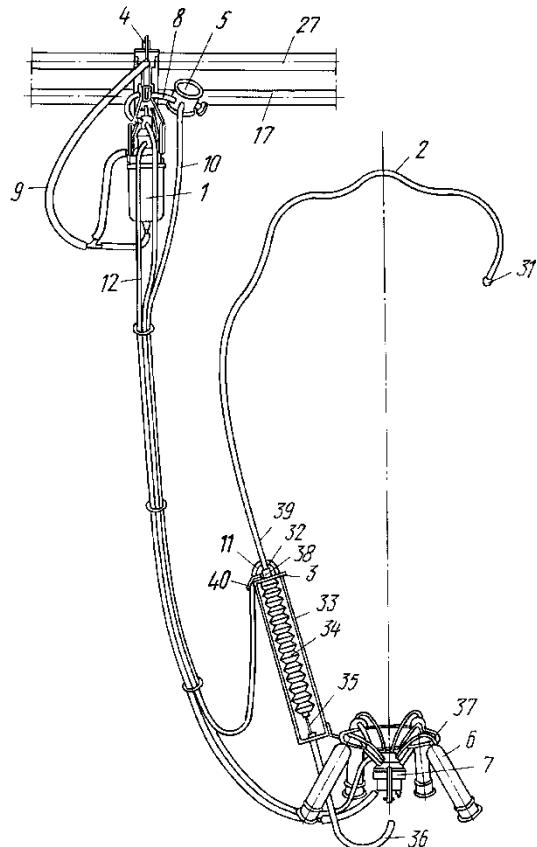
впуска атмосферного воздуха через впускной подпружиненный клапан, устанавливается остаточное вакуумметрическое давление (10 кПа). Снижение вакуумметрического давления в камере управления приводит к возрастанию усилия прижатия мембраной клапана к выпускной трубке, что при одновременном впуске атмосферного воздуха через клапан приводит к снижению вакуумметрического давления в подсосовой камере доильного стакана 23 и, за счет впуска воздуха, активизации процесса транспортировки молока по указанной цепочке в молокопровод 8. При этом при интенсивности выведения молока из доли вымени не более 50 мл/мин, оно не накапливается в молоколовушке и поплавок с магнитом сохраняет свое нижнее положение. При этом геркон разомкнут и электроклапан обесточен. Так осуществляют доение каждой доли вымени коровы в отдельности в щадящем режиме.

При снижении интенсивности потока молока в доильном стакане 23 ниже 50 мл/мин, поплавок опускается и геркон размыкается, обесточив электроклапан, тем самым закрыв обратный клапан. Снова начинается доение в щадящем режиме.

При снижении общего потока молока от всех доильных стаканов доильного аппарата 1 ниже 50 мл/мин, поплавок с магнитом в молоколовушке 10 опускается вниз, геркон 24 замыкается, подключив тем самым электропневмоклапан 25 к электрогенератору. При этом вакуумметрическое давление из вакуум-проводка 9 через электропневмоклапан 25 по трубопроводу 26 поступает в пневмоцилиндр 3, под воздействием которого его поршень втягивает трос 2, который за свободный конец рычага 28 закрывает клапан 29, отключает доильный аппарат 1 и снимает его с вымени коровы, зафиксировав в исходном положении. Таким образом осуществляет доение коров с управляемым режимом доения по каждой доле вымени коров в отдельности и снимает доильный аппарат по завершению доения.

Следующий манипулятор доения (рисунок 1.2) включает: автомат управления 1, подвеску 2, исполнительный механизм 3 и доильную аппаратуру, включающую ручку 4, пульсатор 5, доильный аппарат с

доильными стаканами 6 и коллектором 7 и соединительные вакуумные и молочные шланги: магистральный вакуумный шланг 8, магистральный молочный шланг 9, шланг переменного вакуума 10, шланг периодического вакуума 11 и молочный шланг 12.



1-автомат управления; 2- подвеска; 3- исполнительный механизм; 4- включающая ручка; 5- пульсатор; 6- доильные стаканы; 7- коллектор; 8- магистральный вакуумный шланг; 9- магистральный молочный шланг; 10- шланг переменного вакуума; 11- шланг периодического вакуума; 12- молочный шланг; 17- патрубок верхней вакуумной камеры; 27- молокопровод; 31- бобышка; 32- телескопическая связь; 33- ограждение гафрированной трубы; 34- гафрированная трубка; 35- гибкая тяга; 36- U-образная направляющая гибкой тяги; 37- улавливатель доильных стаканов; 38- втулка; 39- конец дуги подвески; 40-фиксатор хода подвески

Рисунок 1.2 - Схема манипулятора доения

В состав узлов входят следующие детали: 13 - шток автомата управления, 14 - корпус штока автомата управления, 15 - верхняя вакуумная камера, 16 - вакуумный патрубок верхней вакуумной камеры, 17 - вакуумпровод, 18 - нижняя вакуумная камера, 19 - вакуумный патрубок нижней вакуумной камеры, 20 - проточка штока, 21 - скоба, 22 - головка штока, 23 - верхняя молочная камера, 24 - молочный патрубок верхней молочной камеры, 25 -

нижняя молочная камера, 26 - молочный патрубок нижней молочной камеры, 27 - молокопровод, 28 - поплавок, 29 - клапан, 30 - направляющее гнездо клапана, 31 - округлая бобышка свободного конца дуги подвеска, 32 - быстродействующая телескопическая связь подвески с исполнительным механизмом, 33 - ограждение гофрированной трубки, 34 - гофрированная трубка, 35- гибкая тяга, 36 - U-образная направляющая гибкой тяги, 37- улавливатель доильных стаканов; детали быстродействующей телескопической связи: 38 - втулка, 39 - прямолинейный конец дуги подвески, 40 - фиксатор хода подвески (стопорный винт).

Автомат управления 1 выполнен в виде поплавкового пневмодатчика, включающего шток 13, расположенный в корпусе 14, имеющем верхнюю вакуумную камеру 15, соединенную через патрубок 16 и магистральный вакуумный шланг 8 с вакуумпроводом 17, и нижнюю вакуумную камеру 18, соединенную через патрубок 19 и шланг периодического вакуума 11 с исполнительным механизмом 3.

Для соединения вакуумных камер 15 и 18 между собой в процессе работы на штоке 13 выполнена проточка 20, превышающая по ширине расстояние (перемычку) между камерами. Корпус 14 оборудован скобой 21, а шток 13 - головкой 22, за которую шток 13 удерживается скобой 21 в исходном (стартовом) положении.

К основным узлам и деталям поплавкового пневмодатчика относятся, кроме того, верхняя молочная камера 23, соединенная посредством патрубка 24 и молочного шланга 12 с коллектором 7 доильного аппарата, и нижняя молочная камера 25, которая посредством патрубка 26 и магистрального молочного шланга 9 соединена с молокопроводом 27. В нижней молочной камере 25 расположен поплавок 28, который с помощью клапана 29 соединен со штоком 13.

Верхняя и нижняя молочные камеры 23 и 25, служащие составляющими элементами молочной магистрали, проходящей от доильных стаканов 6 доильного аппарата до молокопровода 27, сообщаются между собой через

направляющее гнездо 30 клапана 29. Клапан 29, хотя бы частично, находится одновременно в верхней молочной камере 23, направляющем гнезде 30 и нижней молочной камере 25 и выполнен с возможностью перекрытия в процессе работы направляющего гнезда 30.

Подвеска 2 выполнена в виде дуги с элементами копирования поперечного профиля тела животного. Для лучшей фиксации подвески 2 на теле животного и безопасности обслуживания один конец подвески 2 оканчивается бобышкой 31. Другой конец подвески 2 соединен посредством быстродействующей телескопической связи 32 с исполнительным механизмом 3. При этом подвеска 2 с исполнительным механизмом 3 смонтированы между собой таким образом, что центр тяжести устройства расположен в вертикальной плоскости продольной оси симметрии животного, что способствует правильной самоустановке манипулятора на теле животного.

Исполнительный механизм 3 выполнен в виде заключенной в ограждение 33 гофрированной трубы 34, один конец которой прикреплен к верхней торцевой части ограждения 33, а другой - с помощью гибкой тяги (леска, тросик и др.) 35, размещенной в U-образной направляющей 36, соединен с корпусом коллектора 7 доильного аппарата. Один конец U-образной направляющей 36 прикреплен к нижней торцевой части ограждения 33 гофрированной трубы 34, а над другим расположено прикрепленное к ограждению 33 с помощью кронштейна улавливающее доильные стаканы 6 кольцо 37.

Быстродействующая телескопическая связь 32 между подвеской 2 и исполнительным механизмом 3 включает герметично смонтированную на исполнительном механизме 3 втулку 38 и расположенный в ней с возможностью перемещения выполненный прямолинейным конец 39 дуги подвески 2.

После выдаивания первой коровы оператор, не снимая ручку доильной аппаратуры с молочно-вакуумного крана, перевешивает подвеску с исполнительным механизмом и доильным аппаратом на соседнюю корову.

Каждая последующая пара коров выдаивается по принятой оператором схеме очередности.

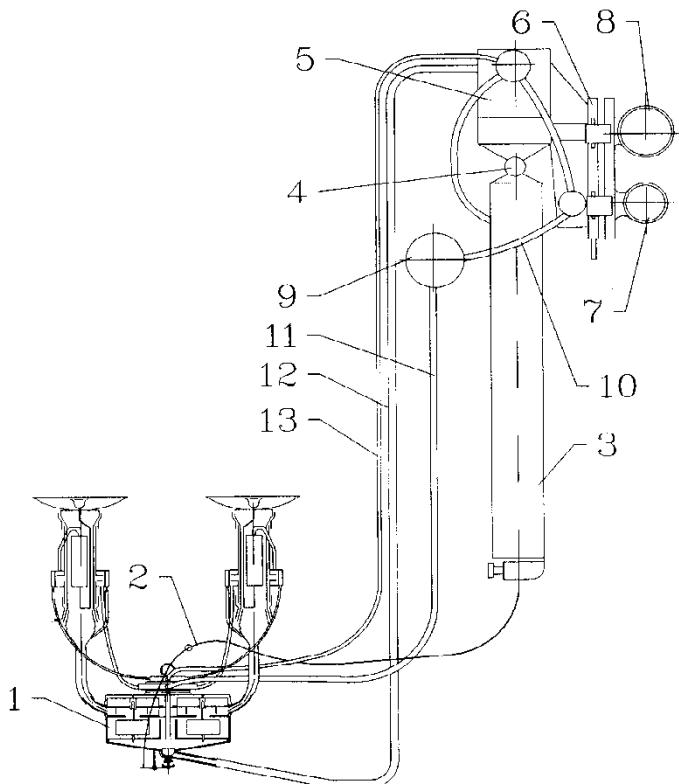
На рисунке 1.3 приведен стационарный манипулятор линейной доильной установки, состоящий из доильного аппарата 1, тросом 2 связанного с пневмоцилиндром 3, который посредством шарнира 4 прикреплен к датчику 5 потока молока. Датчик 5, в свою очередь, посредством разъемного соединения 6 прикреплен к вакуумпроводу 7 и молокопроводу 8 линейной доильной установки типа АДМ-8. Пульсатор 9 с вакуумпроводом 7 соединен патрубком 10, а с доильным аппаратом 1 - патрубком 11. Доильный аппарат 1 с датчиком 5 потока молока связан молочным патрубком 12 и вакуумным патрубком 13.

Доильный аппарат содержит двухкамерные доильные стаканы, коллектор, имеющий четыре камеры, молокосборную камеру с клапаном и молокоотводным патрубком. К корпусу молокосборной камеры шарнирно прикреплен двуплечий рычаг, который одним концом взаимодействует с клапаном, а ко второму концу прикреплен трос 2 с фиксатором. При переполнении молоколовушки молоко в молокосборную камеру поступает через отверстие по патрубку. В нижней части поплавок снабжен иглой, образующей при нижнем положении поплавка калиброванную щель в отверстии.

В верхней части каждой камеры, сообщенной с подсосковой камерой доильного стакана, имеются разделенные гибкой мембраной дополнительная камера и камера управления, причем мембрана содержит выступы, отделяющие полость молоколовушки от дополнительной камеры и образующие щель с дном дополнительной камеры. Атмосферная камера посредством патрубка соединена с камерой переменного вакуума коллектора, а от межстенной камеры доильного стакана отделена перегородкой, образующей с мембраной щель. Камера управления посредством патрубка соединена с подсосковой камерой доильного стакана.

На каждом доильном стакане установлен механизм додаивания который включает упор, посредством сферических шарниров прикрепленный к П-

образным штокам с поршнями двух пневмоцилиндров. Камеры пневмоцилиндров патрубком соединены с атмосферной камерой пневмовентиля, выполненного в виде камеры управления и атмосферной камеры, разделенных гибкой мембраной. От межстенной камеры атмосферная камера отделена перегородкой, образующей с мембраной щель. Камера управления патрубком соединена с распределительной камерой, которая в свою очередь патрубком связана с золотниковым переключателем датчика потока молока.



1-доильный аппарат; 2- трос; 3-пневмоцилиндр; 4-шарнир; 5-датчик потока молока; 6-разъемное соединение; 7-вакуумпровод; 8-молокопровод; 9-пульсатор; 10,11-патрубки; 12-молочный патрубок; 13-вакуумный патрубок

Рисунок 1.3 - Стационарный манипулятор линейной доильной установки

Молоко из молокоприемной камеры по молокоотводному и далее молочному патрубку 12 поступает в молоколовушку с поплавком, откуда через калиброванную щель и далее по патрубку перетекает в молокопровод 8. Калиброванная щель образована дном молоколовушки и нижним торцом коаксиально расположенного в молоколовушке подвижного патрубка с выступом и дополнительным отверстием. Пропускная способность

калиброванной щели составляет 50 мл/мин, а суммарная пропускная способность калиброванной щели и отверстия - 200 мл/мин. Причем отверстие расположено в патрубке на таком расстоянии от нижнего его торца, при котором обеспечивается всплытие поплавка в молоке, поступающем в молоколовушку с интенсивностью 200 мл/мин, на половину своего рабочего хода. Длина патрубка от нижнего торца до выступа равна рабочему ходу поплавка. При переполнении молоколовушки молоко перетекает через верхний обрез патрубка и далее через патрубок поступает в молокопровод. При этом поплавок, перемещаясь вверх выше своего рабочего хода, взаимодействует с выступом и приподнимает патрубок над дном молоколовушки, тем самым увеличивая калиброванную щель, что обеспечивает ее самоочистку.

В верхней части поплавок содержит тягу, шарнирно связанную с рычагом золотника золотникового переключателя, посредством которых поплавок при перемещении поворачивает золотник.

Золотниковый переключатель содержит две секции: секцию, которая управляет работой пневмоцилиндра 3, и секцию, которая управляет работой механизма додаивания.

Золотник в зоне секции которая управляет работой пневмоцилиндра 3, и секции, которая управляет работой механизма додаивания содержит V-образные каналы, а также фаску. К свободному концу золотника прикреплен флагжок, взаимодействующий с шарнирно прикрепленной скобой. Причем каналы секций, а также V-образные каналы и фаска выполнены таким образом, что при нижнем положении поплавка V-образный канал сообщает между собой каналы секции управления работой пневмоцилиндра, а фаска - каналы секции управления работой механизма додаивания, тем самым сообщив камеру управления пневмовентиля с атмосферой, а пневмоцилиндр 3 - с вакуумпроводом 7; при положении поплавка в середине своего рабочего хода (при интенсивности потока молока 200 мл/мин) все каналы секции управления работой пневмоцилиндра изолированы друг от друга, в то время как V-образный канал сообщает между собой каналы, соединив камеру управления

пневмовентиля с вакуумпроводом 7, тем самым включив механизм додаивания.

При перемещении поплавка вверх на полный рабочий ход, например, при принудительном проворачивании золотника посредством флагка введении последнего в зацепление со скобой для предотвращения самопроизвольного опускания поплавка вниз при установке датчика потока молока 5 в стартовое положение, V-образный канал секции управления работой пневмоцилиндра сообщает между собой каналы, а V-образный канал секции управления работой механизма додаивания сообщает между собой каналы, тем самым сообщив пневмоцилиндр 3 и камеру управления пневмовентиля с атмосферой.

Пневмоцилиндр 3 содержит поршень с обводным роликом для троса 2, свободный конец которого жестко прикреплен к корпусу пневмоцилиндра. От самопроизвольного выдвижения из полости пневмоцилиндра 3, с одновременным перемещением поршня и опусканием доильного аппарата вниз, трос 2 удерживает жестко установленный на нем фиксатор, взаимодействующий с подпружиненным пружиной стопором с ручкой, которыми снабжен пневмоцилиндр 3.

Переносной манипулятор линейной доильной установки работает следующим образом. Манипулятор посредством разъемного соединения 6 соединяют с молокопроводом 8 и вакуумпроводом 7 доильной установки (на схеме не показана). При этом вакуум по патрубку 10 распространяется в пульсатор 9 и далее по патрубку 11 - к камере переменного вакуума коллектора, с которой посредством патрубков соединены атмосферные камеры регуляторов вакуума. Одновременно вакуум из молокопровода 8 по патрубку поступает в молоколовушку, откуда по молочному патрубку 12 распространяется к молокоотводному патрубку, закрытому клапаном.

Доильный аппарат 1 подносят к вымени коровы и открывают клапан. При этом вакуум по патрубку распространяется в молокосборную камеру и далее по патрубку и отверстиям в молоколовушки и далее в подсосковые

камеры доильных стаканов. Вакуум, поступив в дополнительную камеру, прогибает мембрану до соприкосновения выступов с дном дополнительной камеры, закрывая щель. Вакуум через калиброванную щель в отверстии, образованную при нижнем положении поплавка верхней иглой, проникает в цилиндрическую стойку и далее через перфорацию в камеру управления, где за счет поступления через калиброванное отверстие потока воздуха устанавливается заданный вакуум стимулирующего воздействия на соски (низкий вакуум). Под воздействием разности давлений в дополнительной камере и камере управления мембрана с выступами приподнимается, образуя щель и открывая доступ вакуума в камеру и далее по подводящему молочному патрубку в подсосковую камеру доильного стакана, а также по патрубку в камеру управления регулятора вакуума в межстенной камере. До надевания доильного стакана на сосок вымени в подсосковой камере и подводящем молочном патрубке будет практически атмосферное давление. Это же атмосферное давление по патрубку распространяется в камеру управления регулятора вакуума. В результате вакуум, подаваемый в такте сосания от пульсатора 9 по патрубку 11 к распределительной камере и далее по патрубку в атмосферную камеру, прогибает мембрану, закрывая щель, образованную мембраной и перегородкой, перекрывая тем самым поступление вакуума в межстенную камеру доильного стакана.

После надевания доильных стаканов на соски вымени коров в подсосковой камере устанавливается заданный вакуум стимулирующего воздействия на соски, величина которого определяется величиной вакуума в камере управления. При этом мембрана находится в равновесии, а поток воздуха, поступающий через калиброванное отверстие в подводящий молочный патрубок и далее в дополнительную камеру, обеспечивает транспортировку молока. Так как камера управления пневмовентиля сообщена с атмосферой, то вакуум из межстенной камеры доильного стакана прогибает мембрану, закрывая щель, образованную мембраной и перегородкой, перекрывая тем самым поступление вакуума по патрубку в камеру

пневмоцилиндра механизма додаивания. Таким образом осуществляют доение низким вакуумом в начале доения.

Молоко поступает из подсосковой камеры по подводящему молочному патрубку в дополнительную камеру и далее через щель в молоколовушку. При этом, если количество поступающего молока не превышает 50 г/мин, оно через калиброванную щель, образованную иглой в отверстии, уходит в молокосборную камеру коллектора и далее по молокоотводному патрубку и молочному патрубку 12 поступает в молоколовушку с поплавком, откуда, если интенсивность потока молока, поступающего из доильного аппарата 1, не превышает 50 мл/мин, через калиброванную щель и далее по патрубку перетекает в молокопровод 8.

При снижении молокоотдачи ниже 50 г/мин поплавок опускается и иглой частично перекрывает отверстие. Одновременно игла, возвращаясь в исходное положение, образует калиброванную щель в отверстии гнезда и открывает отверстие, открывая доступ воздуха в камеру управления. Вакуум в камере управления снова становится равным вакууму стимулирующего воздействия. При этом мембрана прогибается, уменьшая щель и тем самым уменьшая отсос воздуха из дополнительной камеры. В результате в дополнительной камере и далее в подсосковой камере, а также в камере управления регулятора вакуума и, как следствие, в межстенной камере доильного стакана устанавливается низкий вакуум. Так осуществляют повторную стимуляцию молокоотдачи низким вакуумом по каждой доле вымени коров в отдельности.

При дальнейшем снижении интенсивности потока молока в датчике 5 до 50 мл/мин поплавок опускается в нижнее положение, проворачивая посредством тяги и рычага золотник. При этом фаска золотника секции управления работой механизма додаивания соединяет между собой атмосферный каналы, тем самым посредством патрубка 13 сообщая с атмосферой распределительную камеру, с которой посредством патрубков сообщены камеры управления пневмовентиляй. Режим импульсного додаивания прекращается. Одновременно V-образный канал соединяет между

собой каналы секции управления работой пневмоцилиндра. В результате вакуум из вакуумпровода 7 по патрубку поступает в пневмоцилиндр 3. Поршень перемещаясь в цилиндре вверх, посредством обводного ролика, обеспечивающего двойной путь перемещения троса в сравнении состоянием перемещения поршня, втягивает трос 2 внутрь, причем при натяжении троса 2 пневмоцилиндр, проворачиваясь на шарнире 4, отклоняется от вертикального положения в направлении доильного аппарата 1. Трос 2, натягиваясь под воздействием поршня пневмоцилиндра 3, воздействует на рычаг, тем самым, закрывая клапан, отключает доильный аппарат 1. Дальнейшее перемещение троса 2 под воздействием поршня до фиксации фиксатора стопором обеспечивает снятие доильного аппарата с вымени коровы и фиксацию его в исходном положении. Так как трос 2 проходит сквозь кольцо, прикрепленное к центру верхней распределительной камеры, то коллектор, сохраняет свое первоначальное положение, чем обеспечивается максимальное удаление доильных стаканов от пола стойла.

Разъединяя соединение 6, снимают манипулятор и переносят к месту доения следующих коров.

## **2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **2.1 Технология доения роботами**

Развитие молочного животноводства сейчас является одним из приоритетных направлений национальной программы развития агропромышленного комплекса. Создаются новые крупные и мелкие фермерские хозяйства, ведется реконструкция существующих ферм.

Существует три основных направления развития молочного производства:

- Строительство молочной фермы «с нуля».
- Реконструкция существующей молочной фермы со сменой технологий содержания и доения скота (как правило, это включает в себя переход на беспривязное содержание поголовья и доение его в специальном зале – доильном зале).
- Реконструкция существующей молочной фермы без кардинального изменения технологий.

Рассмотрим сначала последний, наименее затратный подход. Он включает в себя ремонт существующих помещений и их подготовку к монтажу нового оборудования. Оснащение фермы владелец выбирает согласно своим запросам и финансовым возможностям. Затем проводятся пуско-наладочные работы и тестирование нового оборудования. Этим занимаются специалисты компаний, у которой вы приобрели оснащение для фермы. Ваша цель при подписании контракта четко оговорить сроки поставки и монтажа оборудования, а также возможные издержки, компенсации и неустойки.

Гораздо сложнее осуществить переход на беспривязное содержание поголовья и доение его в доильном зале. Тут следует учесть несколько факторов:

- переход должен быть согласован с официальными контролирующими органами;
- имеющееся количество скота должно в потенциале обеспечить нужную продуктивность;

- персонал должен быть обучен новым технологиям или хотя бы иметь желание обучаться;
- состояние помещений должно соответствовать требованиям новых технологий.

Пожалуй, даже строительство фермы «с нуля» будет проще. Вам не придется вписывать новое доильное оборудование и технологии в рамки старых не предназначенных для этого помещений. Если вы строите новые сооружения с учетом современного оборудования для животноводства, которым они будут оснащены, то не испытаете трудностей с организацией доения коров, уборкой навоза, вентиляцией и освещением. Однако помните, что капитальные инвестиции в строительство новых сооружений имеют достаточно большой срок окупаемости.

После того, как вы определились с помещением и оборудованием для молочной фермы, следует избрать близкий вам подход к здоровью и использованию скота. Американский подход предполагает использование животных «на износ», т.е. достижение максимально возможной для каждой особи продуктивности, невзирая на неизбежные в этом случае проблемы со здоровьем. Такой подход позволит вам получать большие надои, но сокращает жизнь животного. Европейский подход стремиться к продуктивному долголетию каждой особи и получению от нее здорового потомства.

После решения всех вышеперечисленных вопросов и нахождения источников финансирования, следует приступить к детальному проектированию молочной фермы. Опыт показывает, что не стоит строить свое хозяйство по существующим стандартным лекалам, которые предлагают некоторые строительные компании. В этом случае вас все равно ожидают дополнительные затраты на перепланировку и другие изменения согласно индивидуальным условиям. При создании и техническом проектировании объекта следует учесть мнение людей, которые в будущем будут обслуживать данную ферму, рельеф местности, транспортную развязку и коммуникации. Не

лишним будет также рассмотреть несколько функционирующих ферм, определить положительные и отрицательные моменты в их работе.

Исходя из предмонтажной документации производителя оборудования для молочных ферм и технологических требований заказчика, составляется окончательный строительный проект.

Очень важно для эффективной работы фермы обеспечить животным достойное содержание. Коровы должны располагать возможностью по желанию менять положение своего тела, ложиться или вставать на ноги. Это положительно влияет на их здоровье и, в конечном итоге, увеличивает надои. Беспривязное содержание коров – оптимально для хорошего самочувствия животного. Каждая корова имеет отдельный бокс, покрытый песком, соломой, глубокой подстилкой или специальным матрасом. Любой вариант покрытия бокса имеет свои плюсы и минусы и, выбирая один из них, следует учесть, насколько он совместим с вашим оборудованием по удалению навоза. Температурный режим в помещениях для содержания скота также следует выбирать с умом. В последнее время очень популярны «холодные» коровники.

Качество коровьего молока во многом зависит от процесса доения и доильного оборудования. Стойла 20-летней давности требуют замены, т.к. не соответствуют размерам современных коров, не отвечают существующим на сегодняшний день стандартам и не подходят для новых доильных установок. Старые доильные установки отрицательно влияют на состояние вымени животных и могут ухудшить качество получаемого молока.

Современные доильные аппараты по принципу доения могут принадлежать к некоторым основным категориям:

- доение специальными роботами-доярами;
- доение на установках типа «карусель» в доильном зале;
- доение в стационарном доильном зале;
- доение молокопровод животного на привязи;
- доение в ведро животного на привязи.

Каждая доильная установка обладает рядом преимуществ и недостатков. В зависимости от них следует подбирать оптимальный вариант именно для вашей молочной фермы.

Стационарный доильный зал типа «Параллель» или «Елочка» имеет относительно низкую стоимость, которую к тому же можно варьировать в зависимости от комплектации. Доильные залы под «Параллель» или «Елочку» очень легко строятся, а сами доильные установки экономичны в эксплуатации и надежны. Основным недостатком установок типа «Параллель» или «Елочка» является их низкая пропускная способность.

Если для вас важна высокая пропускная способность, следует выбрать доильную установку типа «Карусель». Однако это потребует значительных затрат на строительство соответствующего помещения и обслуживание агрегата.

Технология доения роботами-доярами – самая дорогая, но наиболее прогрессивная и современная. Она позволяет свести к минимуму человеческий фактор и обладает еще целым рядом неоспоримых преимуществ. Предлагают такое оборудование только крупные и успешные компании.



Рисунок 2.1 – Технология доения роботами-доярами

Помимо доения, еще одним важным вопросом при организации работы молочной фермы является уборка навоза. Большинство владельцев ферм склонны впадать в крайности и использовать либо самые дешевые установки для удаления навоза, которые быстро выходят из строя, или очень дорогие

агрегаты, работу которых также следует согласовать с функционированием другого оборудования молочной фермы.

Самой прогрессивной на данный момент считается установка для удаления навоза скреперной системой в специальный поперечный канал, в котором расположена насосная система, перекачивающая навоз в специальные емкости для дальнейшей транспортировки удобрения в поля. Интересна также технология разделения навоза на жидкие и твердые фракции. Жидкие фракции, как и в предыдущем случае, идут для удобрения полей, а твердые прессуются для дальнейшей переработки в подстилку для скота или удобрение. Если система удаления навоза современна и корректно функционирует, то она позволяет не только держать коровники в чистоте, но и снабдит вас ценным удобрением, которое можно использовать или продать.

Из всего вышесказанного напрашивается единственный возможный вывод: прибыль от фермерского хозяйства (в частности от молочной фермы) во многом зависит от корректного и индивидуального проектирования на начальных этапах строительства, грамотных вложений средств в оборудование и бережного отношения к поголовью скота.

## **2.2 ДОИЛЬНЫЕ РОБОТЫ**

Доильные роботы - системы автоматизированного доения являются на сегодняшний день самым современным доильным оборудованием.

Это полноценный автоматизированный комплекс технологий, позволяющий получать молоко самым гуманным и физиологичным для коровы способом.



Рисунок 2.2 – Установка доильного робота

Процесс доения роботом выглядит так:

Шаг 1 - Предварительная обработка и чистка щетками.

Предварительная обработка начинается сразу же после того, как корова вошла в стойло робота. Сканирование не требуется, т.к. робот знает координаты коровы. Это обеспечивает самую быструю и эффективную предварительную обработку и оптимальный процесс доения.

Шаг 2 - Распознавание

После очистки щетками и стимулирования система распознавания сосков TDS начинает сканирование полного вымени для определения положения каждого соска.

Шаг 3 - Насаживание

Проводится полное сканирование, и определяется положение задних сосков. В данном случае проводится дальнейшее точное сканирование каждого соска с помощью 3 лазерных лучей для точной локализации, после чего насаживаются доильные стаканы.

Шаг 4 - Подсоединение

После насаживания первого доильного стакана навешиваются следующие стаканы - быстро и индивидуально - в оптимальной последовательности.

Шаг 5 - Доение

Доение начинается, как только подвешен доильный стакан. Благодаря самой передовой технологии на рынке оптимальное доение проводится на базе четверти вымени. Как только четверть готова, доильный стакан очень легко снимается.

#### Шаг 6 - Опрыскивание

После доения каждая четверть вымени опрыскивается. Это завершает процесс доения и обеспечивает оптимальное здоровье вымени.



Рисунок 2.3 – Процесс доения роботом

Детали выполнены из полированной либо окрашенной нержавеющей стали, чтобы гарантировать долгий срок службы.

Конструкция робота позволяет подсоединять доильные стаканы вручную для комфортного обучения новых коров.

Просторное стойло с мягким резиновым полом гарантирует корове оптимальный комфорт. В стойле коровы могут свободно двигаться и не испытывают принуждения, что является основным условием для успешного свободного содержания коров.

Для обеспечения оптимальной предварительной обработки очень важна очистка щетками вымени и сосков. В комбинации с точными движениями манипулятора система щеток гарантирует оптимальную очистку и стимулирование. Щетка для предварительной обработки вымени зарекомендовала себя как наиболее удачная система для обеспечения

хорошего самочувствия животного, гигиены, качества молока и оптимального стимулирования.

Благодаря своей прочной конструкции в сочетании с мягкими пневматическими характеристиками системы манипулятор робота может выдержать любые усилия, прилагаемые коровами.

При простое доильные стаканы откидываются в манипуляторе для предотвращения их повреждения коровой или загрязнения.

Манипулятор остается в течение всего процесса доения под коровой, поэтому для навешивания не требуется много движений и корова остается спокойной.

Установка доильного робота в коровнике исключает влияние человеческого фактора и, таким образом, решает проблему с кадрами.

Процесс доения происходит согласно заданной программе, с учетом состояния и потребностей животных.

Это благоприятно сказывается на здоровье животных в целом, снижается риск заболевания вымени, соответственно, увеличивается молокоотдача и повышается качество молока.

Благодаря тому, что подход к каждому животному индивидуален, улучшается общее состояние стада, оно становится более здоровым и спокойным.

## **2.3 РАСЧЕТ РАСХОДА ВОЗДУХА ВАКУУМНЫМ НАСОСОМ**

Доения роботом облегчает работу людей и повышает производительность труда. В доильной машине имеются исполнительный механизм, трансмиссия и двигатель. Главные ее части - вакуумный насос, вакуум-провод и доильный аппарат. Вакуумный насос служит для откачивания воздуха и создания вакуумметрического давления в доильном аппарате. Связующим звеном между вакуумным насосом и доильным аппаратом является вакуум-провод, по

которому вакуумметрическое давление от вакуумного насоса распространяется в доильные аппараты.

Главной исполнительной частью доильной машины является доильный аппарат, который непосредственно контактирует с животным, отсасывая молоко из вымени коровы.

Доильные машины, выпускаемые промышленностью, в основном удовлетворяют зоотехническим требованиям. При выполнении оператором машинного доения технологической дисциплины они обеспечивают полное выдаивание и совершенно безопасны для коровы.

Технологический процесс работы доильной машины происходит следующим образом. Создаваемое вакуум-насосом разрежение распространяется через вакуум-баллон по вакуум-проводу через открытые вакуумные краны в доильные аппараты, обеспечивающие процесс доения и сбора молока в доильном ведре. При работе доильных установок с молокопроводом молоко из доильного аппарата отсасывается в молокопровод, по которому воздушным потоком транспортируется в молокоприемник.

Одним из основных конструктивных звеньев доильной машины является вакуумная линия. Величина рабочего вакуума в подсосковой камере доильного стакана существенно влияет на молокоотдачу коров и на процесс машинного доения. Уменьшение этой величины приводит к изменению технических показателей доильных аппаратов, к нарушению стереотипа доения и торможения рефлекса молокоотдачи, а следовательно, к снижению продуктивности коров.

При увеличении рабочего вакуума животные испытывают неприятные ощущения. Кроме того, доильные стаканы под действием высокого вакуума наползают на соски, перекрывают молочные каналы, что приводит к заболеванию вымени.

Потребная подача вакуумного насоса включает в себя расход воздуха доильными аппаратами и системой вакуумпровода, зависящих от глубины

вакуума, частоты пульсаций, типа доильного аппарата и вместимости камер и трубок, в которых действует переменное разрежение.

Примем процесс расширения воздуха при откачивании его из камер доильных стаканов изотермическим, а суммарную вместимость этих камер для одного аппарата равной  $V_a$  ( $m^3$ ). Объем воздуха,  $V_h$ ,  $m^3$  после расширения по закону Бойля-Мариотта составит

$$Vh = p_0 V_a / p_h, \quad (2.1)$$

где  $p_0$  - барометрическое (атмосферное) давление, кПа;  $V_a$  - начальный объем воздуха в камерах при атмосферном давлении,  $m^3$ ;  $p_h$  - атмосферное давление в камерах при вакууме  $h$ , т.е. после откачивания воздуха,

кПа.

Абсолютное давление после откачивания равно

$$p_h = p_0 - h \quad (2.2)$$

а соответствующий объем воздуха определяем из соотношения

$$V_h = P_0 V_a / (P_0 - h). \quad (2.3)$$

Объем воздуха  $Y_{ц}$ , подлежащий откачиванию за один цикл работы аппарата, получается из равенства

$$V_{ц, прив} = V_h h / p_0 \quad (2.3)$$

Подставим в выражение и найдем объем воздуха, приведенный к атмосферному давлению, откачиваемый за один пульс

$$V_{ц, прив} = V_a h / p_0 \quad (2.4)$$

Из формулы (2.4) следует, что при вакууме, равном 52 кПа, необходимо откачать около половины всего воздуха, находящегося в камерах стаканов и в шлангах переменного вакуума доильного аппарата.

Объем аппарата "волга" составляет 0,7  $dm^3$ , тогда при вакууме 52 кПа расход воздуха за один цикл составит 0,35  $dm^3$ . при частоте пульсаций 1 Гц и работе 10 аппаратов расход составит 0,0035  $m^3/s$ . по результатам

экспериментальных данных действительный расход воздуха превосходит теоретический на 35 % и составит  $0,0047 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Приближенно потребный расход воздуха,  $q$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ , вакуумной системой можно определить по формуле, рекомендованной виэсхом,

$$Q = 1,35 \nu V_A (1 + A), \quad (2.5)$$

где 1,35 - коэффициент, учитывающий несовершенство конструкций пульсатора и коллектора, выражающееся в протечке воздуха, при переключении клапанов;  $\nu$  - частота пульсаций, Гц;  $V_a$  - начальный объем воздуха при атмосферном давлении, заключенный в камерах и трубках одного доильного аппарата,  $\text{м}^3$ ;  $a$  - коэффициент, учитывающий протечки воздуха из вакуумной системы вследствие ее недостаточной герметичности. коэффициент  $a$  находится по формуле:

$$A = (100 + \sum \alpha) / 100, \quad (2.6)$$

где  $\sum \alpha$  - суммарные потери, которые составляют по экспериментальным данным:  $\alpha_1 = 10\%$  - утечки воздуха через зазоры в соединениях труб и в кранах;  $\alpha_2 = 5\%$  - подсосы воздуха через зазоры между сосками вымени и сосковой резиной стаканов;  $\alpha_3 = 20\%$  - подсосы воздуха через доильные стаканы при надевании их на соски;  $\alpha_4 = 25\%$  - подсосы воздуха при случайном спадении шлангов с воздушных кранов вакуум-проводка и обусловленном им спадании стаканов;  $\alpha_5 = 20\%$  - потеря подачи из-за перегрева насоса при длительной работе.

## 2.4 ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шоферы, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари). Поэтому работа одних связана с

управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для специалистов должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорта, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

### 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Выбор, обоснование и описание новой конструкции

Автоматизированная доильная установка коров. Автоматизированная доильная установка, содержащая основание с подвижной платформой и установленными на ней доильными станками с манипуляторами доильных стаканов и систему управления процессом доения, снабжена механизмом перемещения измерителя координат положения сосков, системой управления ими, содержащей датчик наличия животного, датчик положения вымени и датчик положения соска, причем датчик положения соска установлен на доильном стакане и соединен с системой управления процессом доения, датчик положения вымени, связанный с системой управления механизмом перемещения, выполнен в виде пластины с сенсорными ячейками, а датчик наличия животного размещен в кормушке.

Конвейерная доильная установка, содержащая основание с подвижной платформой, установленные на последней доильные станки с манипуляторами с держателями доильных стаканов и систему управления процессом доения, снабжена механизмом перемещения с выходным звеном, системой управления механизмом перемещения, узлом регистрации, содержащим датчик наличия животного, датчик положения вымени и датчик положения соска, датчик положения вымени установлен на выходном звене механизма перемещения, а датчик положения соска установлен на доильном стакане, при этом механизм перемещения, система управления процессом доения и датчик положения вымени связаны с системой управления механизмом перемещения, датчик наличия животного связан с системой управления механизмом перемещения и системой управления процессом

					ВКР.35.03.06.391.18.МПД.00.00.ПЗ				
					<i>Автоматизированная доильная установка</i>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Lит.	Масса	Масштаб		
Разр		Хисамов Р.Ш.							
Провер.		Хусаинов Р.К..							
Т. Контр.									
Реценз.									
Н. Контр.		Хусаинов Р.К.							
Утврд.		Халиуллин Д.Т.							
					Казанский ГАУ каф. МОА				

доения, датчик положения соска связан с системой управления процессом доения. Кроме того, датчик положения вымени выполнен в виде пластины с сенсорными ячейками.

Конвейерная доильная установка содержит основание 1 с подвижной платформой 2, на которой установлены на последней доильные станки 3 с манипуляторами 4 с четырьмя держателями 6 доильных стаканов 7 и систему управления процессом доения 8 с приводом 5 (рисунок 3.1).

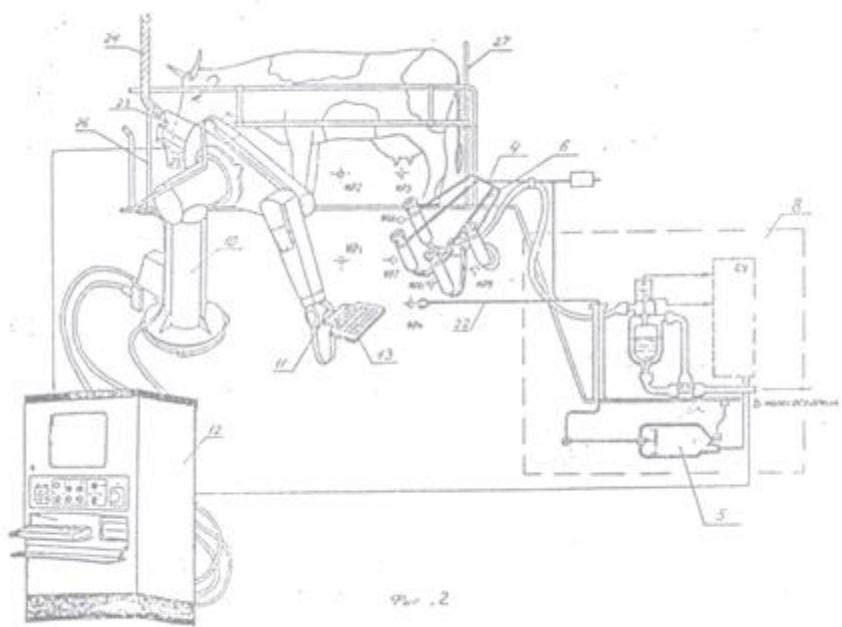


Рисунок 3.1 - Доильная установка

На конвейерную доильную установку животных подводят из подготовительного бункера 9, в котором они проходят мойку. В месте примыкания подготовительного бункера 9 к конвейерной доильной установке на основании 1 установлен механизм перемещения 10 с выходным звеном 11. Управление механизмом перемещения 10 осуществляется системой управления 12, которая связана с датчиком положения вымени 13 кабелем связи 14. Датчик положения вымени 13 представляет собой пластину (рисунок 3.2), на поверхности которой имеются сенсорные ячейки 15, образующие сенсорное поле, причем каждой сенсорной ячейке 15 относительно выходного звена 11 механизма перемещения 10 соответствуют определенные координаты, которые

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

могут определять конечное позиционирование механизма перемещения 10 по номеру сработавших ячеек.

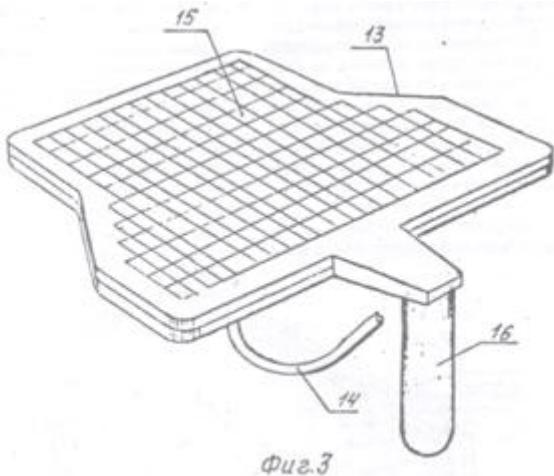


Рисунок 3.2 – Устройство для определения положения вымени

Датчик положения вымени 13 укреплен на ручке 16, которая по форме и размеру соответствует форме и размеру доильного стакана 7. На растробе 17 доильного стакана 7 (рисунок 3.3) расположен датчик положения соска 18, связанный с системой управления процессом доения 8.

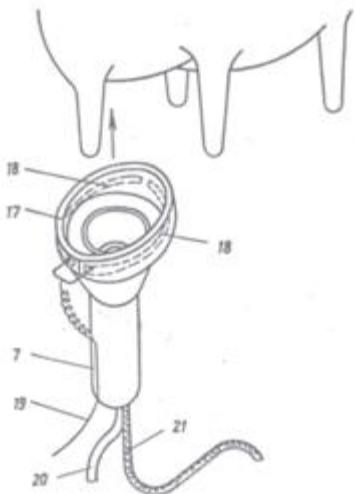


Рисунок 3.3 - Доильный стакан

Доильный стакан 7 соединен с трубопроводом отсоса молока 20 и пневмопроводом 21. Манипулятор 4 имеет дополнительный держатель 22, в который помещается датчик положения вымени 13 в его нерабочем состоянии. В каждом доильном станке 3 конвейерной доильной установки смонтирована кормушка 23, в которую подается корм для животных из трубопровода 24, а к кормушке прикреплен датчик наличия животного 25, связанный с системой

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					BKR.35.03.06.391.18.МПД.00.00.ПЗ

управления механизма перемещения 12 и системой управления процессом доения 8. В каждом станке имеются также подвижные перегородки 26 и 27, с обеих сторон закрывающие станок.

В зоне механизма перемещения установлены оптический измеритель 28 и фотодатчик 29, связанный с системой управления механизмом перемещения 12 (рисунок 3.4), и предназначены для регистрации появления доильного станка 3 в зоне действия механизма перемещения 10. Подвижная платформа имеет привод.

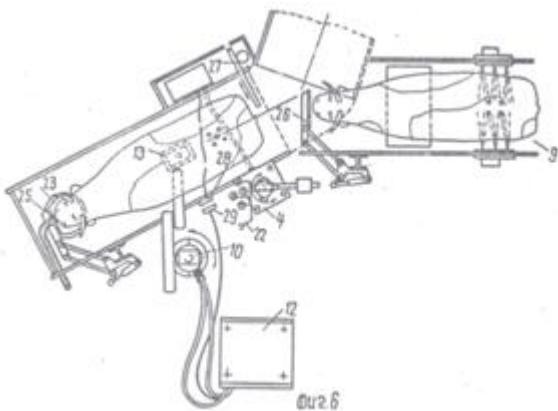


Рисунок 3.4 - Конвейерная доильная установка

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

Платформа со станками 3 (рисунок 3.5) при помощи привода приводится в движение. После мойки животного в подготовительном бункере 9 открывается перегородка 25 и животное входит в станок 3 для доения, где оно подходит к кормушке 23 и касается датчика 26, который подает команду на систему управления механизмом перемещения 12 и на систему управления процессом манипулятора 4, перенос доильных стаканов 7 к вымени животного и закрывание перегородки 27.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ВКР.35.03.06.391.18.МПД.00.00.ПЗ

Лист

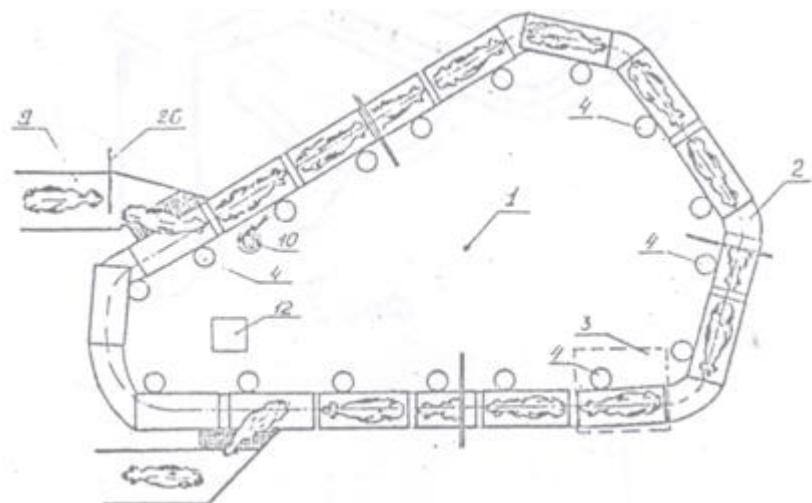


Рисунок 3.5 - Подвижная платформа

После поворота манипулятора 4 и закрытия перегородки 27 под животное механизмом перемещения 10 из положения МР1 в положение МР2, а затем в положение МР3 переносится датчик положения вымени 13, после чего осуществляется его вертикальный подъем (рисунок 3.4).

Соски вымени касаются сенсорных ячеек 15 датчика положения вымени 13 (рисунок 3.5), а так как каждая сенсорная ячейка 15 имеет свои заранее определенные координаты и соединена с системой управления механизмом перемещения 12 посредством кабеля связи 14, то определяется конечное позиционирование механизма перемещения по номеру сработавших ячеек. В случае отсутствия всех четырех сосков в области нахождения датчика положения вымени 13 с помощью механизма перемещения 10 обеспечивается поиск сосков вымени в заранее заданной области. Информация о касании всех четырех сосков вымени животного фиксируется. После определения положения всех четырех сосков механизм перемещения устанавливает датчик положения вымени 13 в держатель 22 (MP4), переходит в одно из положений MP5-MR8 и осуществляет перенос доильных стаканов в предварительно определенное положение сосков. Система управления процессом доения 8 обеспечивает весь технологический процесс доения. Как только один из сосков попадает в раструб 17 доильного стакана 7, и он под действием вакуума надевается на сосок. Система управления процессом доения 8 обеспечивает отвод манипулятора 4 в исходное положение после завершения доения животного. При подходе в зону

Лист *ВКР.35.03.06.391.18.МПД.00.00.ПЗ*

механизма перемещения следующего доильного станка 3 срабатывает оптический излучатель 28 и фотодатчик 29 (рисунок 3.4) и подается команда механизму перемещения на подготовку к новому циклу работы и т.д.

В качестве примера конкретного выполнения была использована конвейерная доильная установка "Карусель", где в качестве механизма перемещения 10 применен серийно выпускаемый робот "Пума - 250", в качестве системы управления роботом 12 -система "Сфера-36", а в качестве датчика положения соска 18 - емкостной датчик.

Использование предлагаемого устройства позволяет обеспечить достижение следующих технико-экономических преимуществ: улучшение условий труда рабочих за счет уменьшения простоев в ожидании животного, уменьшение количества обслуживающего 1 персонала за счет полной автоматизации процесса доения, повышение отдачи молока на 12-17% за счет того, что начало доения совпадает с желанием животного доиться.

### **3.2 Конструктивные расчеты**

Исходные данные:

масса доильного аппарата  $m = 2,5 \text{ кг}$ ;

давление внутри цилиндра  $p = 50 \text{ кПа}$ .

расчет диаметра пневмоцилиндра.

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

—

где  $p$ - давление внутри цилиндра,  $\text{kPa}$ ;

$F$ - усилие, которое действует на поршень,  $H$ ;

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

где  $m$ - масса доильного аппарата,  $\text{кг}$ ;

$g$ - ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

$S$ - площадь поверхности днища поршня,  $\text{м}^2$ ;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					ВКР.35.03.06.391.18.МПД.00.00.П3

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

где  $r$  - радиус,  $m$ ;

$$\pi = 3,14.$$

Учитывая все эти формулы, окончательно получаем:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$$= 0,012 \text{ м.}$$

Следовательно диаметр цилиндра будет равен:

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

Подбор троса.

Трос выбирается по правилам подбора (методом сравнения) исходя из условия:

$$S_{\max} \cdot n \leq S_{\text{разр.}},$$

где  $S_{\max}$  - максимальное натяжение в тросе,  $H$ ;

$n$  - коэффициент запаса. Выбирается исходя из режима работы.

$S_{\text{разр.}}$  - усилие разрыва,  $H$ .

В грузоподъемных машинах  $S_{\max}$  находится из выражения:

\_\_\_\_\_

где  $n$  - кратность полиспаста,

$\eta$  - КПД полиспаста.

Учитывая тот факт, что трос даже с самым меньшим поперечным сечением 4,8  $мм$  выдерживает усилие до 12,4  $кН$ , то есть 12400  $кг$  тяжести, для нашего случая, исходя из конструктивных соображений, не целесообразно использовать металлический трос, так как масса доильного аппарата всего

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ВКР.35.03.06.391.18.МПД.00.00.ПЗ

Лист

лишь 2,5 кг. Поэтому для данного манипулятора выбираем не металлический канат диаметром 5 мм.

### 3.3 Расчёт молниезащиты

Молниезащита представляет собой комплекс средств защиты, который обеспечивает безопасность людей, объектов, материалов и защищает от загораний, взрывов и разрушителей.

Защищает от прямых ударов молнии молниеотвод, который принимает на себя заряд молнии и отводит его в землю. Основные элементы молнии защиты – молниеприёмник, токоотвод и заземлитель, монтируемый на токоизоляционной опоре.

Молниеприёмник – стальной стержень длиной 1...1,5м и площадью сечения не менее 100  $\text{мм}^2$ , укреплённый на трубчатых, железобетонных или деревянных опорах. Если здание длинное, то применяют молниеприёмник в виде троса площадью сечения не менее 35  $\text{мм}^2$ , натянутый между двумя стержнями. В качестве молниеприёмников используют также металлические сети, положенные на крышу. Токоотводы и заземлитель изготавливают из стальных прутов диаметром не менее 6 мм, в заземлённой части 10 мм, угловой или прямоугольной стали с толщиной полок не менее 4 мм, прямоугольных шин сечением 50  $\text{мм}^2$ , а в заземлённой части – 160  $\text{мм}^2$ . Соединение молниеприёмник – токоотвод – заземлитель осуществляют сваркой [5].

Имеется три категории опасности поражения молнией.

Первая категория молниезащита объектов применяется для промышленных зданий со взрывоопасными помещениями классов В-І, В-ІІ. В этих помещениях имеются горючие тары, газы и пыль, которые могут образовать с воздухом или другими окислителями взрывоопасные смеси при нормальных коротких режимах работы.

Ко второй категории относятся производственные здания с помещениями классов В-Іа, В-Іб, В-ІІа. К таким объектам относятся мельницы, склады некоторых удобрений и ядохимикатов, баллоны с горючими газами и т.д.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					BKR.35.03.06.391.18.МПД.00.00.ПЗ

Третья категория применяется для пожароопасных помещений классов П-I, П-II, П-IIa, П-III, в районах со средней грозовой деятельностью 20 и более часов в год. Она используется для жилых и общественных зданий или их частей, возвышающимся над уровнем массива застройки более чем на 25м, общественных зданий из сгораемых и трудносгораемых материалов.

Каждый молниеотвод создаёт определённую зону защиты, т.е. часть пространства, в пределах которого обеспечивается защита зданий и сооружений от ударов молнии. Обычно молниеотводы ставят на отдельных основаниях вокруг защищаемого объекта или на крышах зданий в зависимости от высоты объекта.

Различают два типа зон защиты, зона А, обладающая степенью надёжности выше 99,5%, и зона Б – выше 95%.

Одиночный стержневой молниеотвод представляет собой круговой конус, вершина которого находится на высоте  $h_0 < h$ , образуя на уровне земли круг радиусом  $r_0$ . На высоте защищаемого сооружения  $h_x$  горизонтальное сечение зоны защиты представляет собой круг радиусом  $r_x$ . Размеры молниеотводов рассчитываются по специальным формулам:

Зона А

$$h_0 = 0.85 \cdot h; \quad (3.3)$$

$$r_0 = 1.1 \cdot h - 0.002 \cdot h^2; \quad (3.4)$$

$$r_x = (1.1 - 0.002 \cdot h) \cdot (h - h_x / 0.85). \quad (3.5)$$

Подставив данные, получаем:

$$h_0 = 0,85 \cdot 100 = 85;$$

$$r_0 = 1,1 \cdot 100 - 0,002 \cdot 100^2 = 90;$$

$$r_x = (1,1 - 0,002 \cdot 100) \cdot (100 - 45 / 0,85) = 42,3.$$

Зона Б

$$h_0 = 0.92 \cdot h; \quad (3.6)$$

$$r_0 = 1.5 \cdot h; \quad (3.7)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

BKR.35.03.06.391.18.МПД.00.00.ПЗ

Лист

$$r_x = 1.5 \cdot (h - h_x / 0.92). \quad (3.8)$$

Подставив данные, получаем:

$$\begin{aligned} h_0 &= 0,92 \cdot 100 = 92; \\ r_0 &= 1,5 \cdot 100 = 150; \\ r_x &= 1,5 \cdot (100 - 45 / 0,92) = 76,5. \end{aligned}$$

### 3.4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.4.1. Экономическое обоснование конструкции

#### 3.4.2 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_K + G_\Gamma)k, \quad (3.9)$$

где  $G$  – масса конструкции, кг;

$G_K$  – масса сконструированных деталей, кг;

$G_\Gamma$  – масса готовых деталей, кг,  $G_\Gamma = 2,5$ ;

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

Расчетную массу спроектированных деталей и узлов и агрегатов приводим в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Расчёт массы спроектированных деталей

Наименование изделие	Объём детали, см <sup>3</sup>	Плотность, кг/см <sup>3</sup>	Масса детали, кг
Шарнир	750	0,002	1,5
Палец	50	0,002	0,1
Ось	50	0,002	0,1
Тяга	100	0,002	0,2

Масса сконструированных деталей определяется по формуле:

$$G_e = (G_{\phi.} + G_{i.} + G_{\hat{i}} + G_{\delta}), \quad (4.0)$$

где  $G_{uu}$  – масса шарнира, кг;

$G_n$  – масса пальца, кг;

$G_o$  – масса оси, кг;

$G_m$  – масса тяги, кг;

Принимая во внимание, что

$G_{uu}=1,5$  кг,  $G_n=0,1$  кг,  $G_o=0,1$  кг,  $G_m=0,2$  кг,

определяем значения масс:

$$G_{\hat{e}} = (1,5 + 0,1 + 0,1 + 0,2) = 1,9 \hat{e} \tilde{a};$$

$$G_1 = (1,9 + 2,5)1,05 = 4,62 \hat{e} \tilde{a}.$$

Балансовая стоимость новой конструкции по сопоставимости массы определяется по формуле:

$$C_{\delta 1} = \frac{C_{\delta 0} \cdot G_0 \cdot \delta}{G_1}, \quad (4.1)$$

где  $C_{\delta 0}, C_{\delta 1}$  – балансовая стоимость старой детали, руб.;

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

$\delta$  – коэффициент удешевления конструкции.

Принимая значения как

$C_{\delta 0}=20000$  руб.;  $G_1=4,62$  кг,  $\delta=0,9 \dots 0,95$ ,  $G_0=5$  кг

получаем:

$$C_{\delta 1} = \frac{20000 \cdot 5 \cdot 0,9}{4,62} = 16632 \text{ руб.}$$

### **3.4.3. Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение**

Часовая производительность машин определяется из конструктивных расчётов по формуле:

$$W_q = k * m * t * T_d, \quad (4.2)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий сухостойных коров ( $k = 0,9 \dots 0,85$ );

$m$  – поголовье животных на ферме;

$t$  – среднее время доения одной коровы, с;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					<i>BKR.35.03.06.391.18.МПД.00.00.ПЗ</i>

$T_d$  – общая продолжительность доения всех коров, с (по зоотехническим требованиям  $T_d = 5400\dots8100$  с).

$$W_1=90 \text{ л/ч};$$

$$W_0=100 \text{ л/ч}.$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\varTheta_e = \frac{N_e}{W_z}, \quad (4.3)$$

где  $N_e$  – потребляемая мощность, Вт;

$W_z$  – часовая производительность, л/ч.

Учитывая, что  $N_e=0,245$ , находим:

$$\varTheta_0 = \frac{0,245}{90} = 0,00272 \text{ Вт}\cdot\text{ч} / \text{л},$$

$$\varTheta_1 = \frac{0,245}{1000} = 0,00245 \text{ Вт}\cdot\text{ч} / \text{л}.$$

Металлоёмкость процесса определяется по формуле:

$$M = \frac{G}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_c}, \quad (4.4)$$

где  $G$  – конструкции, кг;

$T_{год}$  – годовая загрузка машины;

$T_c$  – срок службы машин, лет.

Учитывая, что  $G_0=5$ ,  $G_1=4,62$ ,  $W_0=90$ ,  $W_1=100$ ,  $T_{год1,0}=1350$ ,

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

$$M_0 = \frac{5}{90 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,000008 \text{ кг/л},$$

$$M_1 = \frac{4,62}{100 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,000007 \text{ кг/л}.$$

Фондоёмкость процесса определяется по формуле:

$$F = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (4.5)$$

где  $C_6$  – балансовая совместимость конструкции, руб.;

Принимая из расчетов, что  $C_{61}=16632$  руб.,  $C_{60}=20000$  руб., определяем:

							Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		<i>BKR.35.03.06.391.18.МПД.00.00.ПЗ</i>	

$$F_0 = \frac{20000}{90 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,033 \text{ руб} / \text{л}$$

$$F_1 = \frac{16632}{100 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,025 \text{ руб} / \text{л}$$

Себестоимость исходного и проектируемого варианта определяется по формуле:

$$S = C_{3.n.} + C_{\vartheta} + C_{pmo} + A, \quad (4.6)$$

где  $C_{3.n.}$  – затраты оплату труда, руб./л;

$C_{\vartheta}$  – затраты на электроэнергию, руб/л;

$C_{pmo}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание конструкции, руб;

$A$  – амортизационный отчисления на продукцию, руб/л;

$$C_{3.n.} = z \cdot T_e \cdot K_{\partial} \cdot K_{cm} \cdot K_{om} \cdot K_{cc}, \quad (4.7)$$

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

$T_e$  – трудоёмкость, чел/литр.

$$T_e = \frac{\Pi_p}{W_r}, \quad (4.8)$$

$$T_{eo} = \frac{1}{90} = 0,011 \text{ч} / \text{л},$$

$$T_{e1} = \frac{1}{100} = 0,01 \text{ч} / \text{л},$$

$$C_{3.n0} = 48,45 \cdot 0,011 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 1,02 \text{ руб} / \text{л},$$

$$C_{3.n1} = 48,45 \cdot 0,01 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,12 = 0,91 \text{ руб} / \text{л}.$$

Определяем затраты на электроэнергию:

$$C_{\vartheta} = \Pi_{\vartheta} \cdot \mathcal{E}_c, \quad (4.9)$$

где  $\Pi_{\vartheta}$  – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч;

$\mathcal{E}_c$  – потребляемая мощность, кВт·ч.

Принимая во внимание, что  $\Pi_{\vartheta}=4,85$  руб./кВт·ч,  $\mathcal{E}_{e0}=0,0027$ ;  $\mathcal{E}_{e1}=0,0025$ ,

$$C_{\vartheta0} = 4,85 \cdot 0,0027 = 0,013 \text{ руб} / \text{л},$$

находим:

$$C_{\vartheta1} = 4,85 \cdot 0,0025 = 0,012 \text{ руб} / \text{л}.$$

Затраты на РТО конструкции определяется по формуле:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					BKR.35.03.06.391.18.МПД.00.00.ПЗ

$$C_{pmo} = \frac{C_0 \cdot H_{pmo}}{100 \cdot W_r \cdot T_{год}}, \quad (4.10)$$

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

$$C_{pm0} = \frac{20000 \cdot 19,8}{100 \cdot 90 \cdot 1350} = 0,032 \text{ руб / л},$$

$$C_{pm1} = \frac{16632 \cdot 19,8}{100 \cdot 100 \cdot 1350} = 0,024 \text{ руб / л}$$

Амортизационные отчисления определяются по формуле:

$$A = \frac{C_0 \cdot a}{100 \cdot W_r \cdot T_{год}}, \quad (4.11)$$

где  $a$  – норма амортизации, %.

Принимая по нормативам, что  $a_{0,1}=18$ , находим

$$A_0 = \frac{20000 \cdot 18}{100 \cdot 90 \cdot 1350} = 0,033 \text{ руб / л},$$

$$A_1 = \frac{16632 \cdot 18}{100 \cdot 100 \cdot 1350} = 0,025 \text{ руб / л}$$

$$S_0 = 1,02 + 0,013 + 0,032 + 0,033 = 1,095 \text{ руб / л},$$

$$S_1 = 0,91 + 0,012 + 0,024 + 0,025 = 0,975 \text{ руб / л}$$

Приведённые затраты на работу конструкции определяют по формуле:

$$C_{np} = S + E_h \cdot \kappa = S + E_h \cdot F_t, \quad (4.12)$$

где  $E_h$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$K$  – удельные капитальные вложения или фондоёмкость.

Принимая, что  $E_h=0,15$  находим:

$$C_{прив0} = 1,095 + 0,15 \cdot 0,033 = 1,1 \text{ руб / л},$$

$$C_{прив1} = 0,975 + 0,15 \cdot 0,025 = 0,98 \text{ руб / л}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_0 - S_1) \cdot W_r \cdot T_{год}, \quad (4.13)$$

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

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

$$\mathcal{E}_{год} = (1,095 - 0,975) \cdot 100 \cdot 1350 = 16121,3 \text{ руб}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					ВКР.35.03.06.391.18.МПД.00.00.ПЗ

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив0}} - C_{\text{прив1}}) \cdot W_r \cdot T_{\text{год}}, \quad (4.14)$$

$$E_{\text{год}} = (1,1 - 0,98) \cdot 100 \cdot 1350 = 16289 \text{ руб}$$

Срок окупаемости капитала вложений определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\delta 1}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (4.15)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{16632}{16121,3} = 1,03 \text{ года.}$$

Коэффициент эффективности капитала вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{ЭФ}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\delta}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}}, \quad (4.16)$$

$$E_{\text{ЭФ}} = \frac{1}{1,03} = 0,97$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№	Наименование показателей	Ед. измер.	Базовой (исходной)	проектируемой
1.	Часовая производительность	л/ч	90	100
2.	Фондоёмкость процесса	руб/л	0,033	0,025
3.	Энергоёмкость процесса	Вт/л	0,0027	0,0025
4.	Металлоёмкость процесса	кг/л	0,000008	0,000006
5.	Трудоёмкость процесса	ч-ч/л	0,011	0,01
6.	Уровень эксплуатационных затрат	руб/л	1,095	0,975
7.	Уровень приведённых затрат	руб/л	1,1	0,98
8.	Годовая экономия	руб	-	16121,3
9.	Годовой экономический эффект	руб	-	16289
10.	Срок окупаемости капитала вложений	лет	-	1,03
11.	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-		0,97

Проведенный сравнительный анализ показывает, что спроектированная конструкция механизма перемещения доильного робота, внедренная в технологическую линию, по сравнению с базовым вариантом является экономически эффективным, так как срок окупаемости менее 7 лет, а коэффициент эффективности более 0,15.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					ВКР.35.03.06.391.18.МПД.00.00.П3

## ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

Целью выпускной квалификационной работы является совершенствование технологии доения коров с разработкой доильного робота.

Проведенный анализ существующих конструкций позволил обосновать выбор конструкции манипулятора с двухрежимным доением. Конструктивные расчеты позволили определить диаметр поднимающего цилиндра для безударного снятия и выбрать трос для подвешивания доильных стаканов.

Сравнительный анализ показывает, что спроектированная конструкция механизма перемещения доильного робота, внедренная в технологическую линию, по сравнению с базовым вариантом является экономически эффективным, так как срок окупаемости менее 7 лет, а коэффициент эффективности более 0,15.

Исходя из этого, рекомендуем внедрение выпускной квалификационной работы в производство сельскохозяйственной продукции, а в частности в хозяйство.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Александров А.В. Сопротивление материалов: Учебник для вузов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин -2-е изд.- М.: Высш. Школа,2001-560с.
2. Баутин В.Н. Механизация и электрификация с/х производства / В.Н. Баутин М.: - Колос, 2000.
3. Брагинец Н.В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства/ Н.В. Брагинец, Д.А.Палникин.-3-е изд., - М.: Агропромиздат,1991-191с.
4. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных работ квалификационных работ – Казань, 2009.
5. Дегтеров Г.П. Технологии и средства механизации животноводства / Г.П. Дегтерев. М.: Столичная ярмарка, 2010 - 384 с.
6. Дмитриев И.М. Гражданская оборона на объектах агропромышленного комплекса/ И.М. Дмитриев, Г.Я. Курочкин и др.-М.: Агропромиздат, 1982-630с.
7. Краузе Г.Н. Редукторы, справочное пособие/ Г.Н. Краузе, Н.Д. Кутилин, С.А. Сыцка.- 2-е изд.- Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1972-363с.
8. Машины и оборудования в животноводстве: учеб. пособие / Д.Ф. Кольга [и др.]; под ред. Н.В. Казаровца, Д.Ф. Кольги. — Минск: Беларусь, 2010. – 310 с.
9. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов.-2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Ленинград Агропромизрад., 1985 – 640 с.
10. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие.- Казань: РИЦ “Школа”, 2004-144с.

11. Пат. 2288577 Российская Федерация, МПК7 А 01 J 7/00, А 01 J 5/007. Переносной манипулятор для доения коров / О.В. Ужик. – №2005115010/12; заявл. 17.05.05; опубл. 10.12.06, Бюл. № 34. – 12 с.
12. Пат. 2298916 Российская Федерация, МПК7 А 01 J 5/00. Доильный аппарат / В.М. Ульянов, В.А. Хрипин. – № 2005136607/12; заявл.24.11.05; опубл. 25.05.07, Бюл. № 14. – 7 с.
13. Патент на изобретение № 2084136 РФ, 6 А 01 J 5/04. Доильный аппарат Винникова И.К. / И.К, Винников, О.Б. Забродина, О.И. Рудая (РФ). № 95111416/13; Заявление 03.07.1995; Опубл. 20.07.97. Бюл. № 21.
14. Певицкий В.С. – Машиностроительное черчение: Учеб. для студентов высших технических учебных заведений-М.: Высш. школа, 1988-351с.
15. Попов А.Н. Молочные фермы России / А.Н. Попов, И.Ф. Морозов.- М.: Россельхозиздат. 1983-237с.
16. Сюткин А.М. Методические указания по анализу хозяйственной деятельности в дипломных проектах студентов факультета механизации сельского хозяйства.- Казань, 1995-30с.
17. Торасенко А.А. Технология и механизация производства продукции животноводства / А.А. Торасенко. М.: Колос, 1998.
18. Цой Ю.А. Молочные линии животноводческих ферм и комплексов., М.: Агропромиздат, 1982-630с.
19. Чернавский С.А. Проектирование механических передач: Учебно-справочное пособие для выгузов / С.А. Чернавский, Г.А. Снесарев, Б.С. Козинцов и др.-5-е изд.-М.: Машиностроение, 1984-560с.
20. Экологическое агропроизводство. Животноводство. Строительство. Овощеводство. Российс.- Германск. ежегодник «Земледелатель». И.: ИПО Профиздат. 1997-338с.

# *СПЕЦИФИКАЦИИ*

# *ПРИЛОЖЕНИЯ*