

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
водокольцевого вакуумного насоса

Шифр ВКР.35.03.06.219.18.ВВН.00.00.ПЗ

Студент _____ Нуркаев И.И.

подпись

Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Лукманов Р.Р.

ученое звание

подпись

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол № 9 от «5» февраля 2018 г.)

Зав. кафедрой доцент _____ Халиуллин Д.Т.

ученое звание

подпись

Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

- 1.1. Обзор конструкций вакуумных насосов
- 1.2 Обзор водокольцевых вакуумных насосов
- 1.3 Доильная установка с водокольцевым вакуумным насосом
- 1.4 Выводы по разделу

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 2.1 Расчет водоснабжения и поения животных
- 2.2 Расчет микроклимата
- 2.3 Расчет естественного освещения
- 2.4 Расчет машинного доения коров и первичной обработки молока

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

- 3.1. Выбор, обоснование и описание новой конструкции водокольцевого вакуумного насоса
- 3.2. Конструктивные расчеты
 - 3.2.1. Расчет подачи вакуумного насоса
 - 3.2.2. Расчет болтов
- 3.3 Экономическое обоснование конструкции
 - 3.3.1 Расчёт массы и стоимости конструкции
 - 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 ВВН
- 3.5 Правила экологической эксплуатации ВВН
- 3.6 Физическая культура на производстве
- 3.7 Вывод

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЛИТЕРАТУРА

СПЕЦИФИКАЦИИ

ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение человечества молоком и молочными продуктами - главная задача молочного хозяйства. По меньшей мере за 9000 лет до н.э. человек стал конкурировать с телятами за молоко.

До изобретения денег состояние и богатство человека определялось поголовьем его скота. На первых введенных в обращение деньгах была выгравирована корова. Даже сегодня в некоторых странах на деньгах изображена корова.

Среди процессов по обслуживанию животных на ферме особое место можно уделить доению коров.

Доение коров – один из важнейших элементов в единой технологической линии производства молока. На долю этого процесса приходится около 40 – 45% общих затрат труда на молочных фермах. Применение машинного доения коров облегчает труд доярок, повышает производительность труда, снижает себестоимость продукции и позволяет получать молоко высокого качества.

Доильные установки более полно механизмируют процесс доения. Кроме того, механизированы в потоке сбор молока от каждой коровы, транспортировка его в молочную, охлаждение и кратковременное хранение. При этом улучшаются труд доярок и санитарно-гигиенические условия, обеспечивается получение молока высокого качества.

Доильная машина непосредственно взаимодействует с организмом коровы, с ее сложной рефлекторно-секреторной системой. От того, насколько доильное оборудование учитывает физиологические особенности животного организма, насколько своевременно и оперативно проводятся операции доения коровы, можно судить об уровне технологической и технической культуры на ферме.

В условиях жесткой конкуренции товаропроизводителей молока возрастает роль производственно-технических и технологических факторов, повышаются требования к кадровому обеспечению ферм, их теоретической и практической подготовке. Поэтому без знания современного оборудования для доения коров, без высокой квалификации обслуживающего персонала невозможно производство конкурентной продукции.

В настоящее время уровень механизации доения все еще остается низким и составляет около 54-55 %. Одной из главных причин отставания механизации доения является конструктивное несовершенство доильных машин и прежде всего вакуумной системы, приводящий к снижению их эксплуатационной надежности и ухудшению режима доения в процессе работы.

Эффективность работы доильных машин зависит в первую очередь от надежного действия вакуумных насосов.

В выпускной квалификационной работе необходимо произвести модернизацию конструкции водокольцевого вакуумного насоса на основании предварительных конструктивных и технологических расчетов, анализа технологий и конструкций, а также соответствия разработанных мероприятий и предложений существующим санитарно-гигиеническим требованиям.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1. Обзор конструкций вакуумных насосов

На доильных установках вакуум используют для машинного выдаивания (высасывания) молока из вымени животного и транспортировки его по молокопроводу, а также для циркуляционной промывки доильного, молочного оборудования и привода исполнительных органов дозаторов корм, окрытия и закрытия дверей доильных станков и доильного зала, подъема или опускания поперечных дуг молокопровода в коровниках, привода рабочих органов и системы автоматического додаивания, отключения вакуума в подсосковых камерах и вывода аппарата из-под вымени животных. Исследованиями отечественных и зарубежных ученых установлено, что наименее опасен для тканей животных вакуум, не превышающий 53 кПа.

Для получения вакуума в системе доильные установки в нашей стране до 1952 г. комплектовались вакуумными насосами поршневого типа. Эти насосы имели малую подачу, большие габариты и массу. В дальнейшем с появлением высокопроизводительных доильных установок промышленность освоила выпуск ротационных вакуумных насосов с радиальным и тангенциальным расположением пластин. Ротор размещен эксцентрично относительно оси цилиндрического корпуса насоса и имеет пазы, в которых свободно перемещаются текстолитовые лопатки. Для предохранения насоса от попадания жидкости, а также для выравнивания и контроля разрежения в вакуумной магистрали между ней и насосом устанавливают вакуум-баллон, вакуум-регулятор и вакуумметр, поставляемые в комплекте с доильной установкой.

С целью исключения поломок и повреждений насоса от обратного вращения ротора при выключении электродвигателя устанавливают предохранительный клапан, а для снижения шума от выхлопных газов применяют глушитель.

В процессе вращения ротора ребра лопаток под действием центробежной силы прижимаются к внутренней поверхности статора. Эта поверхность, ротор, лопатки и боковые крышки насоса образуют замкнутые камеры, объем которых изменяется в процессе работы. Ось ротора смещена относительно оси статора таким образом, что при его вращении объем камер увеличивается у всасывающего и уменьшается у выхлопного окон. При увеличении объема камер в вакуумном насосе воздух из вакуумной линии заполняет их поочередно. Затем лопатки отсекают камеры от всасывающего окна и объем последних постепенно уменьшается. Находящийся в камерах воздух сжимается и выбрасывается через выхлопное окно.

В процессе работы вакуумного насоса лопатки под действием центробежной силы прижимаются к внутренней поверхности статора. В связи с эксцентричным расположением ротора они перемещаются в пазах, изменяя объем подлопаточной полости примерно в два раза. В момент всасывания эта полость увеличивается и будет заполнена воздухом с плотностью, близкой к плотности воздуха во всасывающей камере. В процессе сжатия полость уменьшится и плотность воздуха в ней повысится до плотности атмосферного воздуха или даже несколько выше. Поэтому находящийся в подлопаточных полостях воздух подвержен только сжатию и расширению и практически не удаляется из них. Следовательно, при расчете подачи вакуумных насосов влияние подлопаточных полостей незначительно и можно его не учитывать.

На подачу ротационного вакуумного насоса влияет величина минимального зазора между статором и ротором за выхлопным окном, а также зазора между торцевыми поверхностями ротора и крышками статора. Количество воздуха, перетекающего из выхлопной камеры, в каждом насосе различно, так как вышеуказанные зазоры изменяются в процессе эксплуатации. С их уменьшением коэффициент заполнения всасывающей камеры воздухом, поступающим из вакуумной линии, улучшается, а при

увеличении зазоров — ухудшается. Этот коэффициент определяют экспериментально.

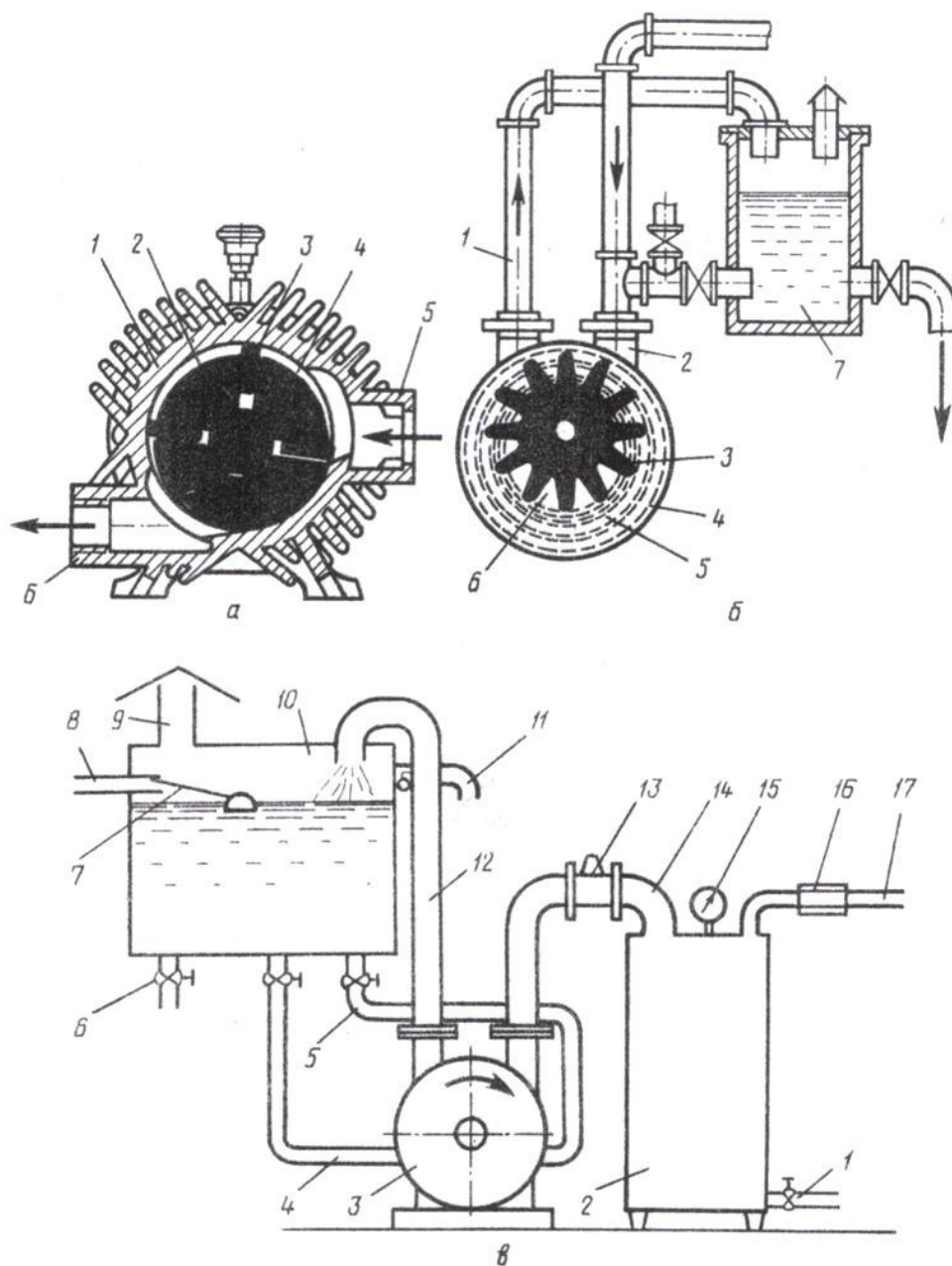
Вакуумная система доильной машины включает в себя источник и регулятор вакуума, выравниватель пульсаций и вакуумную трубопроводную сеть с вакуумметрами, воздушными кранами и другой арматурой.

Источником вакуума служат различные по конструкции вакуум-насосы, приводимые в действие от электродвигателей или двигателей внутреннего сгорания, входящих в комплекты некоторых типов доильных установок. Такие установки обычно применяют в пастбищных условиях или в хозяйствах с ненадежной подачей электроэнергии.

Ротационный вакуумный насос (рисунок 1.1 а) состоит из корпуса 1 с цилиндрической камерой 4, имеющей гладкошлифованные 1 стенки, по которым скользят лопатки 3 ротора 2. В камере сделаны отверстия, соединенные с всасывающим 5 и выхлопным 6 патрубками. Ротор имеет радиальные пазы, в которых свободно перемещаются рабочие лопатки 3,

Ось ротора установлена в подшипниках боковых крышек эксцентрично по отношению к оси камеры корпуса. Благодаря такому расположению ротора при вращении образуются переменные; объемы, ограниченные лопатками. За лопатками возникает вакуум, и воздух из патрубка 5, находящегося по ходу вращения ротора, отсасывается, а воздух перед лопатками сжимается и выбрасывается через патрубок 6 в атмосферу. По этому принципу действуют все ротационные насосы.

В зависимости от конструкции, материала и смазки u_d может составлять 11м/с и более. Практически частоту вращения ротора устанавливают в 1,5...3 раза меньше расчетной для предупреждения излишнего износа и увеличения срока службы насоса.



а - ротационный: 1 - корпус; 2 - ротор; 3 - лопатка; 4 - камера всасывания; 5 - всасывающий патрубок; 6 - выхлопной патрубок;

б - водокольцевой: 1 - выхлопная труба; 2 - всасывающая труба; 3 - ротор; 4 - корпус насоса; 5 - водяной кольцевой поток; 6 - переменный объем; 7 - вода для подпитки насоса;

в - водокольцевой двухсторонний (в составе установки УВВУ): 1 - спускной кран; 2 - вакуум-баллон; 3 - водокольцевой вакуум-насос; 4 - корпус насоса; 5 - трубопровод подачи воды вакуум-насос; 6 - слив; 7 - регулятор поплавковый уровня воды; 8 - подвод воды; 9 - выброс в атмосферу паровоздушной смеси; 10 - емкость для воды; 11 - контрольные трубки верхнего и нижнего уровня; 12 - выхлопная труба для паровоздушной смеси; 13 - обратный клапан; 14 - всасывающий трубопровод; 15 - вакуумметр; 16 - диэлектрическая рубка-вставка; 17 - вакуум провод

Рисунок 1.1 - Вакуум - насосы

Вакуумные установки ВВУ-60/45 могут монтироваться отдельно или вместе в различных комбинациях с подачей 45, 60, 90, 105, 120 и 135 м³/ч. Вакуумная установка состоит из вакуумного насоса и электродвигателя, смонтированных на раме. В зависимости от места установки ведущего и ведомого шкивов и мощности электродвигателя, с которым работает насос, последний может развивать подачу 45 или 60 м³/ч.

Водокольцевые вакуумные насосы (рисунок 1.1 б) находят все более широкое применение на крупных молочных фермах. Обычно на таких фермах используют до 3 и более доильных установок с размещением вакуумных насосов в одном машинном отделении. Если учесть, что каждая доильная установка типа «Тандем» или «Елочка» в своем комплекте имеет не менее двух вакуумных насосов, то в машинном отделении устанавливают до 10 и более вакуумных насосов. Схемы размещения вакуумных насосов и разводки вакуумных линий получаются сложными и неудобными в обслуживании. Поэтому заслуживает внимания использование на крупных молочных фермах и комплексах высокопроизводительных водокольцевых вакуумных насосов, широко применяющихся во многих отраслях промышленности. Наиболее распространены водокольцевые насосы с подачей от 6 до 1800 м³/ч.

Ячеистый ротор 3 водокольцевого насоса размещен в рабочей камере эксцентрично. При вращении ротора в камере, заполненной водой, образуется водяной кольцевой объем. Между ротором и водной кольцевой поверхностью возникает серповидное пространство с переменным объемом камер, образуемых лопастями ротора. Действие этих пространств аналогично действию переменных объемов ротационного вакуумного насоса. При подходе камеры переменного объема к всасывающему окну вакуум-провода происходит всасывание воздуха из системы с его последующим сжатием при вращении ротора и выхлоп в окно трубы. Для снижения расхода воды установка оборудована замкнутой системой водоподпитки.

Насос состоит из вращающегося в подшипниках рабочего колеса (звездочки), эксцентрично установленного в корпусе. Последний частично заполнен водой, которая при вращении рабочего колеса располагается кольцом вдоль корпуса так, что внутри насоса образуется серповидное пространство, разделенное лопастями рабочего колеса на отдельные ячейки. На одной половине окружности размеры этих ячеек возрастают (по направлению вращения колеса), в результате чего через отверстие из откачиваемой системы происходит всасывание газа. На другой половине окружности ячейки соответственно уменьшаются (также по направлению вращения), в силу чего попавший в насос газ сжимается и выталкивается через выпускное отверстие.

Преимущества водокольцевого насоса — простота устройства, безотказность в работе, отсутствие клапанов и распределительных механизмов, возможность применения его для отсоса влажного и загрязненного механическими примесями газа.

Установка типа УВВУ, выпускаемая Красноярским МПО «Красноярскмехживферм», включает в себя водокольцевой насос с электроприводом, вакуум-баллон, емкость для подпитки водой насоса и дополнительное оборудование. При включении электропривода вода в рабочей камере насоса распределяется, формируя рабочее тело, и в системе вакуумной линии образуется вакуум, регулируемый вакуум-регуляторным клапаном. Воздух, отсосанный из системы, выбрасывается в пространство над свободной поверхностью воды в емкости для подпитки.

Уровень воды в емкости регулирует поплавковый клапан, через который проходит вода от системы водопровода. Технические данные установки типа УВВУ указаны в таблице 3.1.

Установка УВВУ выполнена в разборно-сборном варианте и может работать в пастбищных и стационарных условиях, транспортабельна, обеспечивает стабильный вакуум в системе вакуум-проводов.

Унифицированная вакуумная установка в агрегате состоит из вакуум-насоса, электродвигателя, резервного двигателя внутреннего сгорания, общей рамы, вакуумного баллона, глушителя и Спускового щита.

Для увеличения воздухопроизводительности установки можно комбинировать попарно, что обеспечивает широкий диапазон их применения.

Таблица 3.1 - Технические характеристики установок типа УВВУ

Показатель	УВВУ-2	УВВУ-4	УВВУ-6
Тип насоса	ВВН-2	ВВН-4	ВВН-6
Расход воздуха, м ³ /ч	250	400	600
Обслуживаемое поголовье коров	200	400	600
Число одновременно работающих доильных аппаратов	12	24	36
Вместимость емкости для воды, м ³	2,2	2,2	3,0
Габариты, мм:			
длина	2000	2000	2000
ширина	1200	1200	1500
высота	2500	2500	2500

В таблице приведены технические характеристики роторных вакуумных установок и централизованных вакуумных установок типа ЦВУ с водокольцевыми насосами.

Расход воздуха вакуумным насосом должен быть больше суммарного расхода воздуха доильными аппаратами, включая расход на работу счетчиков молока, и компенсации подсосов воздуха в доильную систему. Запас расхода воздуха для вакуумных насосов требуется принимать трехкратным и более для обеспечения стабильного режима доильной линии. Кроме того, необходимо учитывать расход воздуха на работу оборудования доильных установок с воздушным приводом (манипулятора доильной установки, привода молочного насоса, привода дверей установки и др.).

1.2 Обзор водокольцевых вакуумных насосов

Отличительной особенностью водокольцевых вакуумных насосов является низкий шум и из-за отсутствия стирания рабочего колеса с корпусом большая долговечность работы, так же данный насос не требует смазки, тем самым не приносит загрязнения в окружающую среду. Учитывая выше изложенные предпосылки стало реальной необходимостью рассмотреть эти насосы более подробно.

Имеет смысл рассмотреть насосную вакуумную установку представленную на рисунке 1.2.

Вакуумная установка содержит центробежный насос 1, вакуумируемый бак 2, трубопроводы 3, 4, 5 с вентилями 6, 7, емкость 8 для рабочей жидкости, имеющую выход 9 газа в атмосферу и выход 10 для рабочей жидкости, вакуумный насос, выполненный в виде цилиндрической камеры 11, имеющей вход для рабочей жидкости в виде тангенциального канала 12, вход 13 для газа, и выход, снабженный диффузором 14 и дросселем 15, установленным внутри диффузора с образованием проходного кольцевого зазора 16.

Вакуумная установка работает следующим образом.

При закрытом вентиле 5 открывают вентиль 6, включают центробежный насос 1, в результате чего рабочая жидкость из выхода 10 емкости 8 по трубопроводу 4 поступает во входящий патрубок насоса 1, а затем через его выходящий патрубок по трубопроводу 5 в тангенциальный канал 12 цилиндрической камеры 11. Из камеры 11 рабочая жидкость попадает в проходной кольцевой зазор 16, образованный диффузором 14 и дросселем 15, и далее возвращается в емкость 8.

При этом в центре цилиндрической камеры 11 образуется газовая полость, не занятая жидкостью. При движении рабочей жидкости в цилиндрической камере, имеющей на входе тангенциальный канал 12, за счет сохранения момента количества движения, тангенциальная скорость рабочей жидкости с уменьшением радиуса закручивания увеличивается

пропорционально отношению радиуса входа к текущему радиусу закрутки за счет срабатывания статического напора, развиваемого центробежным насосом 1.

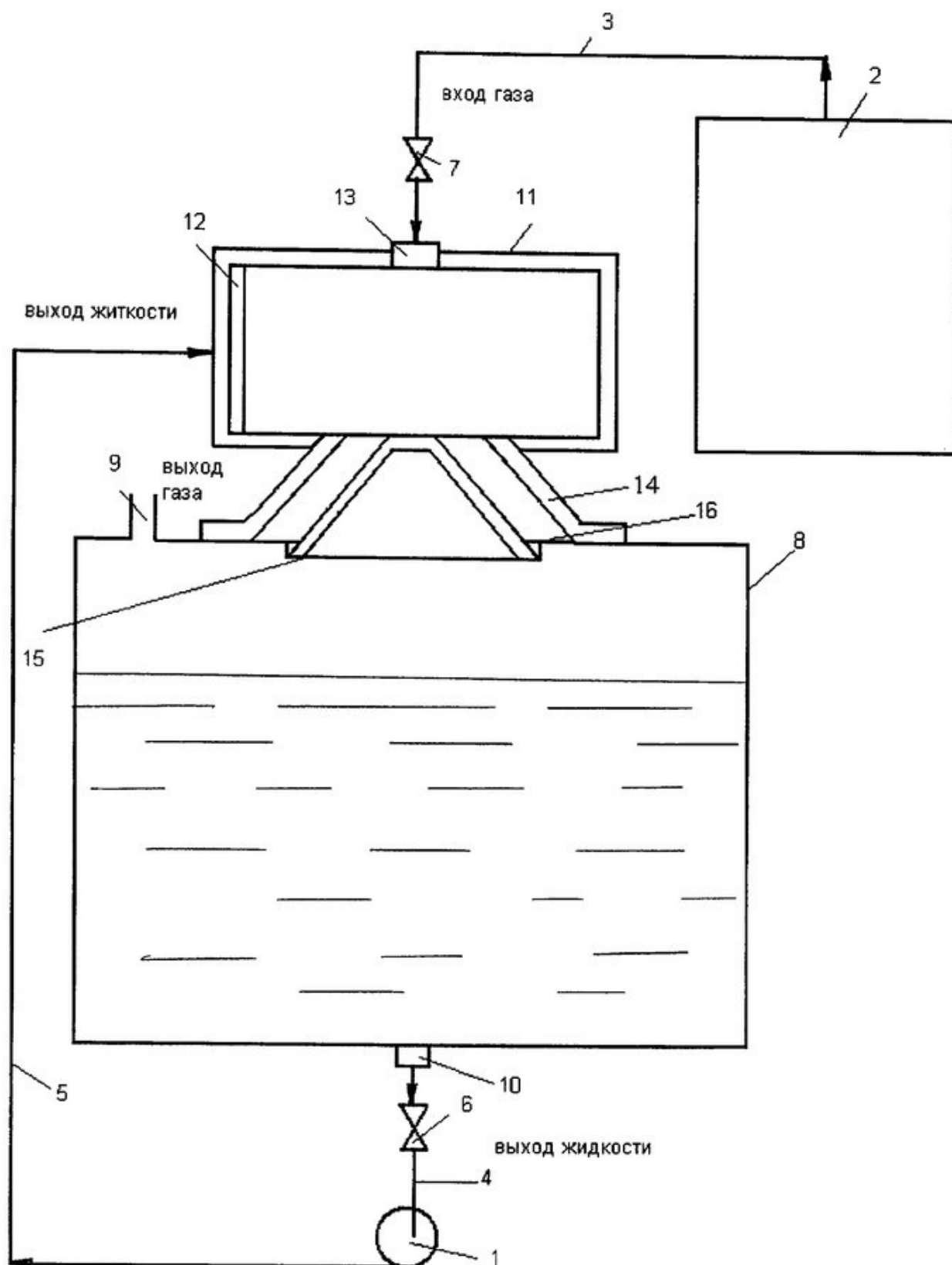


Рисунок 1.2 - Насосная вакуумная установка, патент РФ № 2428586

Используя центробежный насос 1 и задавая соответствующие геометрические размеры цилиндрической камеры 11 и размеры кольцевого зазора 16 между диффузором 14 и дросселем 15, можно получить тангенциальную скорость жидкости на свободной поверхности до 20-25 м/сек без учета осевой скорости жидкости на входе в диффузор 14. При этом кинетическая энергия потока рабочей жидкости частично преобразуется в потенциальную.

За счет высокой суммарной скорости рабочей жидкости на входе в кольцевой зазор 16 происходит интенсивное «захватывание» газовых частиц из газовой полости, образовавшейся в центральной части цилиндрической камеры 11, и «перенос» их через кольцевой зазор 16 в емкость 8, откуда газ через патрубок 9 удаляется в атмосферу.

После выхода насосной вакуумной установки на режим открывают вентиль 5, в результате чего из вакуумируемого бака 2 удаляется газ, который по трубопроводу 3 и через вход 13 попадает в центральную часть (газовую полость) цилиндрической камеры 11 и далее вместе с потоком жидкости в емкость 8, из которой через выход 10 выходит в атмосферу. Конечное и остаточное давление в емкости 8 зависит от температуры рабочей жидкости в емкости 1 и определяется упругостью паров для данной температуры. Так, например, используя в качестве рабочей жидкости воду с температурой от "плюс" 5 до "плюс" 20°C, остаточное давление в емкости 1 доводят до величины: 20-30 мбар.

Наиболее эффективно технологический процесс в насосной вакуумной установке происходит при условиях: площадь поперечного сечения кольцевого зазора 16 на входе в диффузор 14 в 2 раза больше площади поперечного сечения тангенциального канала 13, диаметр цилиндрической камеры в 2,5 раза больше минимального диаметра диффузора 12, а тангенциальный канал 13 на входе и по всей высоте цилиндрической камеры имеет прямоугольное сечение.

Предлагаемая насосная вакуумная установка сравнительно проще, чем известные, обслуживание ее менее трудоемко, и, как показали испытания установки в производственных условиях, производительность ее увеличилась в 2,5 раза, а энергозатраты при этом снижаются на 50%.

Наибольший интерес вызывает вакуумный насос, представленный на рисунке 1.3.

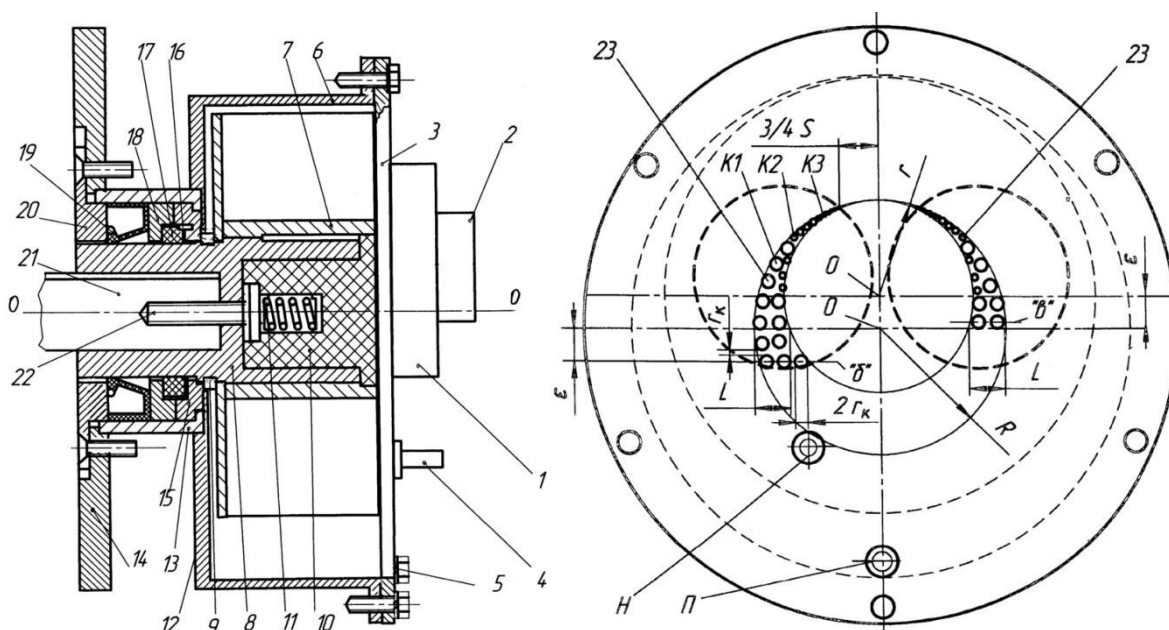


Рисунок 1.3 - Вакуумный жидкостно-кольцевой насос, патент РФ № 2342562

На рисунке 1.3 представлена конструкция предлагаемого насоса и особенности его конструктивного исполнения. Насос содержит двухсекционную с горизонтальным расположением секций камеру 1. С каждой секцией перпендикулярно ее основанию и параллельно оси О-О соединены герметично два одинаковых патрубка 2, служащих для подвода и отвода откачиваемой среды. Камера 1 жестко и герметично соединена с решеткой 3. Ниже камеры 1 и слева от вертикальной оси решетки, отверстие Н) в решетку 3 завинчен ниппель 4. Ниже ниппеля 4 и по вертикальной оси решетки в решетке 3 изготовлено отверстие П, в которое завинчена пробка 5 для слива жидкости. Решетка 3 с помощью болтов присоединена герметично к фланцу цилиндрического чашеобразного корпуса 6.

Внутри корпуса 6 размещено колесо 7 с лопастями, закрепленное на полуоси 8 с помощью стопорного кольца 9.

В правом конце полуоси 8 изготовлено глухое отверстие, в котором размещена Т-образная втулка 10, в левой стороне которой изготовлено отверстие, в котором размещена пружина 11.

С основанием 12 чашеобразного корпуса 6 жестко и герметично соединена втулка 13 со смещением вверх от оси корпуса на величину эксцентриситета 8. Второй конец втулки 13 жестко установлен во фланце 14 по его оси симметрии.

Внутри втулки 13 вплотную к основанию 12 корпуса 6 установлена шайба 15, во внешней стороне которой изготовлена выточка.

Перпендикулярно плоскости шайбы 15 у верхней части выточки изготовлено глухое отверстие, в котором закреплен штифт 16. Внутри выточки шайбы 15 свободно размещено кольцо 17, выполненное по толщине, большей глубины выточки в шайбе 15.

Внешняя сторона кольца 17 (на чертеже - левая сторона) размещена в выточке второй шайбы 18. К шайбе 18 вплотную вставлен сальник 19, прижатый с помощью крышки 20, привинченной к фланцу 14 с внешней стороны.

Внутренние отверстия шайб 15, 18 и крышки 20 выполнены большими посадочного диаметра полуоси 8. При этом кольцо 17 посажено на левый конец полуоси 8 на скользящей посадке, а в зазоре между выточкой шайбы 15 и кольцом 17 размещен упругий герметик (не показано).

Левый конец полуоси 8 насажен на вал 21 приводного двигателя (двигатель не показан) и прикреплен к валу 21 с помощью винта 22.

На рисунке показано, что секции камеры 1 изготовлены в виде стаканов, полые концы которых жестко и герметично соединены с решеткой (по жирным штриховым кольцевым линиям, изображенным на фиг.3).

Перпендикулярно решетке 3 в ней изготовлены сквозные каналы 23 (каналы K1, K2, K3) внутри геометрической фигуры, описанной линией окружности внутренних сторон лопастей крыльчатки радиусом r , линией окружности с радиусом R , равным сумме радиуса r окружности внутренних

лопастей крыльчатки и эксцентриситета вакуумный жидкостно-кольцевой насос, патент № 2342562, проведенным из центра диска решетки. При этом горизонтальная линия «б» (для отверстия для подвода парогазовой смеси) центров каналов размещена ниже оси диска решетки 3 на величину эксцентриситета вакуумный жидкостно-кольцевой насос, патент № 2342562, а линия «в» центров каналов отверстия для отвода парогазовой смеси размещена выше горизонтальной оси диска решетки 3 на величину, равную половине диаметра отверстий нижних каналов. Причем, величины наибольших размеров радиусов каналов 23 выбраны в пределах $r_k < 1/5L$, где L - расстояние между описывающими отверстия для подвода и отвода парогазовой смеси в решетке окружностями вдоль горизонтальной оси диска решетки. При этом каналы внутри указанных отверстий расположены со смещением друг к другу на расстояние, не меньшее радиуса канала с меньшим диаметром. Причем верхние границы отверстий каналов (см. фиг.3) выполнены на удалении от вертикальной оси плоскости диска решетки на расстоянии, не меньшем $3/4$ расстояния S между внешними образующими ближайших лопастей крыльчатки. Причем вертикальный размер полостей секций камеры 1 выбран равным диаметру окружности, описывающей отверстие для подвода парогазовой смеси.

Особенности изготовления насоса и его узлов

В качестве материала для изготовления насоса могут быть использованы любые коррозионно-стойкие и стойкие к износу от трения жидкостей материалы (например, жаростойкие и коррозионностойкие стали, керамика, термостойкие пластмассы).

Кольцо 17 изготавливают из любых упругих (эластичных) и стойких к износу от трения скольжения материалов (например, из графитированных материалов).

Шайбы 15 и 18 изготавливают из высокотеплопроводного материала (например, медьсодержащих сплавов, дюралюминия, баббита).

Принцип действия.

Через ниппель 4 во внутрь корпуса насоса подают жидкость, позволяющую сорбировать соответствующие компоненты отсасываемой среды. При вращении крыльчатки последняя увлекает жидкость до полного заполнения объема между теми ее лопастями, которые находятся в верхней части. В результате внутри корпуса насоса образуется вращающееся жидкостное кольцо. При этом со стороны сбегających лопастей крыльчатки от верхней точки и до нижней увеличивается объем, что приводит к разрежению и последующему всасыванию во внутрь насоса отсасываемой парогазовой среды. Наоборот, со стороны набегающих на верхнюю часть насоса лопаток объем от нижней точки насоса и до верхней уменьшается от максимума до минимума. В результате отсасываемая среда выбрасывается через отводящий патрубок.

Наличие Т-образной втулки 10 из материала с низким коэффициентом трения и пружины 11 позволяет исключить сообщение всасывающей и отсасывающей полостей насоса.

Преимущества предлагаемого устройства:

- простая геометрия составных частей насоса позволяет использовать для их изготовления любые материалы, указанные выше;
- уменьшение объема доводочных работ уменьшает себестоимость насоса;
- изготовление отверстий в решетке для подвода и отвода парогазовой смеси путем изготовления каналов перпендикулярно ее плоскости и на расстоянии друг от друга внутри соответствующих геометрических фигур позволяет повысить механическую прочность решетки и за счет этого уменьшить ее толщину. Вместе с тем, наличие множества каналов снижает величину кавитационного износа границ всасывающего отверстия, чем продлевает межремонтный срок службы насоса;
- изготовление уплотнительного кольца из эластичного материала, его свободное размещение внутри выточек шайб и на скользящей посадке на полуоси крыльчатки позволяет значительно расширить межремонтный срок

эксплуатации насоса за счет повышения стойкости к истиранию внутренней поверхности кольца, практически не подвергающейся износу;

- изготовление дополнительных шайб из высокотеплопроводного материала позволяет обеспечить отведение тепла из зоны трения уплотнительного кольца и полуоси крыльчатки - это способствует повышению тепловой устойчивости кольца, а, следовательно, приводит к увеличению его срока службы, т.е. увеличивает межремонтный срок эксплуатации насоса;

- изготовление крыльчатки из двух частей (колеса и полуоси) позволяет снизить расходы на дорогостоящие цветные материалы (металлы);

- изготовление колеса крыльчатки отдельно от полуоси позволяет заменить идущие на его изготовление цветные литевые металлы на нержавеющие стали, обладающие высокими прочностными характеристиками. Это позволяет уменьшить толщину лопастей крыльчатки, а значит, и увеличить межлопастной объем. В соответствии с этим возрастает и производительность насоса;

- в целом конструкция насоса и камеры из двух отдельных симметричных секций позволяет снизить весогабаритные показатели насоса по отношению к насосу аналогичной производительности.

На рисунке 1.4 представлена жидкостно-кольцевая машина - ЖКМ, которая содержит корпус 1, торцевые крышки 2 с всасывающими и нагнетательными окнами 3 и 4, эксцентрично размещенное рабочее колесо 5 со ступицей 8 и лопатками 6 на валу 7. По каналу 16 к ступице колеса подается уплотнительная жидкость. В зазоры между ступицей колеса 8 и торцевыми крышками 2 подается уплотнительная жидкость, которая, выходя из этих зазоров, образует пленку, перекрывающую всасывающие окна 3.

Сопряженные участки торцевой поверхности ступицы колеса 10 и торцевой поверхности торцевой крышки 11 перед окном всасывания 3 выполнены профилированными по конической поверхности. Уплотнительная жидкость при этом отклоняется от плоскости окна всасывания 12 на угол α .

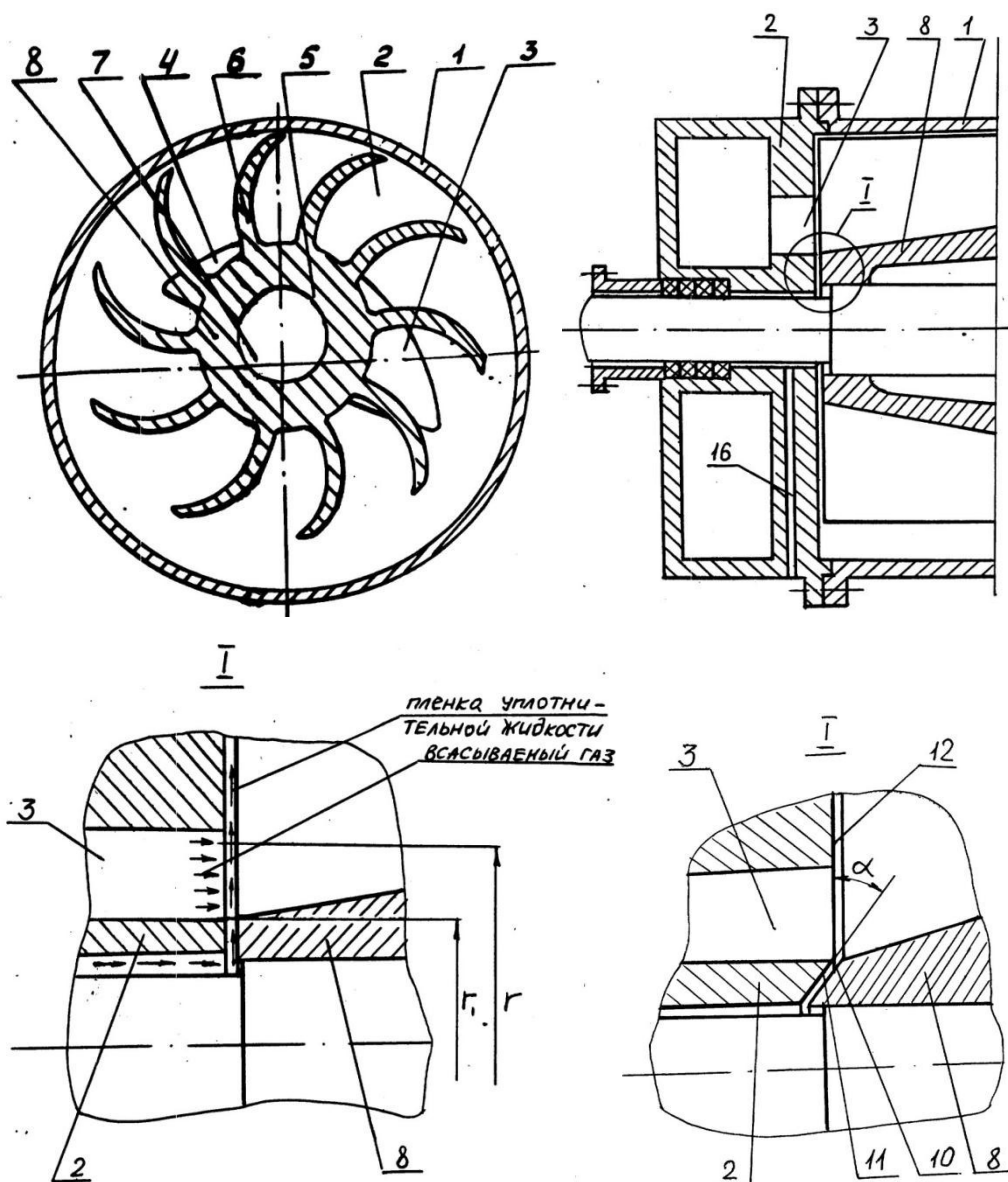


Рисунок 1.4 - Жидкостно-кольцевая машина, патент РФ № 2104412

Для уменьшения влияния пленки жидкости на процесс всасывания достаточно отклонить движение жидкости от радиального направления в плоскости окна всасывания. Для этого сопряженные участки торцевых поверхностей ступицы колеса и торцевых поверхностей крышек выполняются по некоторым поверхностям, например, коническим. Влияние пленки будет уменьшаться при увеличении α - угла выхода жидкости из зазора между описанными поверхностями, так как увеличится площадь поверхности для прохождения газа в ячейку колеса, заключенной между пленкой жидкости и торцевой крышкой. Максимальное значение угла α

ограничено 90°C , соответствующее выполнению втулки колеса в виде цилиндра.

Жидкостно-кольцевая машина работает следующим образом.

При вращении колеса 5 образуется жидкостное кольцо. На стороне всасывания жидкость проходит между лопатками 6 колеса 5 к корпусу 1 и происходит всасывание газа через всасывающие окна 3. На стороне сжатия жидкость выходит между лопатками 6 в колесо 5 и выталкивает газ в нагнетательное окно 4. По торцевой поверхности ступицы 8 колеса 5 часть газа перетекает с нагнетания на всасывание. Для уменьшения перетечек газа с нагнетания на всасывание на торцевые поверхности ступицы колеса подается уплотнительная жидкость. Выполнение сопряженных участков торцевых поверхностей ступицы колеса и торцевых поверхностей торцевых крышек перед окнами всасывания профилированными по конической поверхности с углом между профилированными поверхностями и плоскостью всасывающих окон, выбираемым из диапазона $\alpha = 0-90^{\circ}$, приводит к увеличению КПД ЖКМ на 5-6%.

1.3 Доильная установка с водокольцевым вакуумным насосом

Заслуживает внимания доильная установка в составе которой имеется водокольцевой вакуумный насос (рисунок 1.5).

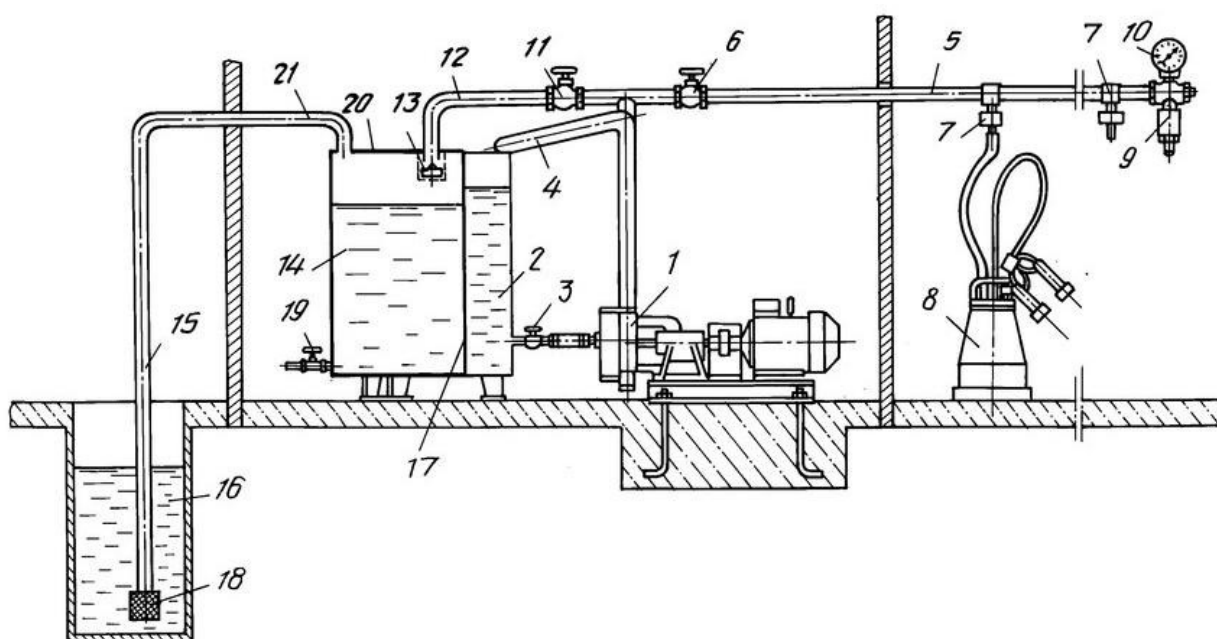


Рисунок 1.5 - Доильная установка, патент РФ № 2048076

Доильная установка включает водокольцевой вакуумный насос 1, водяной бак 2, из которого вода через вентиль 3 самотеком подается в насос и выбрасывается при работе насосом обратно в бак 2 через выхлопной патрубок 4. Вакуумпровод 5 доильной установки подключен к насосу через вентиль 6 и имеет вакуумные краны 7 для подключения доильных аппаратов 8. В конце вакуумпровода 5 установлен вакуумрегулятор 9 и вакуумметр 10. Через вентиль 11, патрубок 12 и обратный клапан 13 дополнительный бак 14 подсоединен к вакуумпроводу 5, а через трубопровод 15 сообщен с открытым источником водоснабжения 16, например с колодцем или водоемом, в котором уровень воды может быть ниже уровня установки баков 14 и 2.

Основной и дополнительный баки имеют общую теплопроводную стенку 17, обеспечивающую снижение температуры охлаждающей воды в баке 2 и в контуре циркуляции насоса 1 и соответственно подогрев воды, находящейся в баке 14 на 5-7^оС. Для очистки засасываемой из колодца 16 воды на заборном конце трубопровода установлен фильтр 18. Для подачи подогретой воды из бака 14, на различные нужды в его нижней части предусмотрен вентиль 19. В целях обеспечения профилактических и ремонтных работ бак 14 может быть оборудован герметичной съемной крышкой 20, в которой выполнены соответствующие отверстия для монтажа патрубка 21 трубопровода и патрубка 12 вакуумпровода. С внутренней стороны крышки на конце патрубка 12 вакуумпровода установлен обратный клапан 13.

Установка работает следующим образом.

В бак 2 заливают воду и уровень ее периодически проверяют и поддерживают. В период между дойками включают в работу водокольцевой вакуумный насос 1 и открывают вентиль 11. Вентиль 6 при этом закрыт. При работе насоса в баке 14 создается вакуум и под действием его вода из колодца 16 (водоема) по трубопроводу 15 засасывается в бак 14. Когда уровень воды поднимается до поплавкового клапана 13, клапан поднимается

и перекрывает вакуумпровод 5. Поступление воды в бак 14 прекращается и насос отключают. Разбор воды производится через вентиль 19. Во время дойки включают вакуумный насос и открывают вентиль 16, а вентиль 11 закрывают. Доеение происходит в обычном режиме. Вода, находящаяся в баке 2 и циркулирующая через насос посредством общей теплопроводной стенки 17 охлаждается водой, находящейся в баке 14, что способствует повышению производительности водокольцевого вакуумного насоса, он работает в более эффективном режиме. Кроме того, при этом осуществляется подогрев воды в баке 14 для ее дальнейшего использования для доения животных или технологических нужд.

1.4 Выводы по разделу

Проведенный обзор существующих вакуумных насосов и доильных установок позволяет сделать вывод о том, что необходимо разработать вакуумный насос, удовлетворяющий зоотехнические требования к процессу доения, такие как стабильный вакуум, отсутствие пульсации в вакуумной линии и т.д. При этом повысятся удои коровы и снизится заболевание вымени коров маститом.

2 Технологическая часть

2.1 Расчет водоснабжения и поения животных

Количество воды необходимую для водопроводной сети, определяют по расчетным нормам водопотребления, и учитывают при этом перспективный план увеличения водопотребления.

Далее представлена формула по которой на ферме определяется среднесуточный расход воды $Q_{\text{ср.сут.}}(\text{л})$, [4]:

$$Q_{\text{ср.сут.}} = q_1 \cdot n_1 + q_2 \cdot n_2 + \dots + q_n \cdot n_n \quad (2.1)$$

где: q_n – среднесуточный объем потребления воды на одну голову, л
[4]

n_n – количеств голов, гол.

Взяв условия фермы, на которой 200 голов из них 150 голов дойного стада, а 50 голов – это сухостойные коровы, получаем:

$$Q_{\text{ср. сут.}} = 150 \cdot 100 + 50 \cdot 60 = 18000 \text{ л};$$

Полученный результат расхода не является достаточной для выполнения расчета водопроводной сети и далее нам необходимо определить максимальный суточный расход воды по следующей формуле [4]:

$$Q_{\text{мах.сут.}} = Q_{\text{ср.сут.}} \cdot \alpha_{\text{сут.}} \quad (2.2)$$

где: $\alpha_{\text{сут}}$ – коэффициент суточной неравномерности водопотребления;
 $\alpha_{\text{сут}}=1,3$ [4]

$$Q_{\text{мах.сут}}=18000 \cdot 1,3=23400 \text{ л.}$$

Максимальный часовой расход воды (л/ч) определяем по формуле [4]:

$$Q_{\text{мах.ч}} = Q_{\text{мах.сут}} / 24 \cdot \alpha_2 \quad (2.3)$$

где: α_2 – коэффициент часовой неравномерности, на фермах с автопоением он равен на $\alpha_2=2 \div 2,5$ [4]. Принимаем $\alpha_2=2$.

$$Q_{\text{мах.ч}}=23400/24 \cdot 2=1950 \text{ л/ч}$$

Секундный показатель расхода (л/с) воды равен [4]

$$q_c = \frac{Q_{\text{мах.ч}}}{3600} = \frac{1950}{3600} = 0,54 \text{ л/с} \quad (2.4)$$

К максимальному суточному расходу воды на ферме или помещении должен равняться суточный расход самой насосной станции, исходя из этого, часовой расход станции определяется по формуле [4]:

$$Q_{нас} = \frac{Q_{\max.сут}}{\tau} \quad (2.5)$$

где τ – вся продолжительность работы станции или насоса в сутки, ч.
(принимая $\tau=14$ ч).

$$Q_{нас} = \frac{23400}{14} = 1671 \text{ л/ч}$$

Используем погружной электронасос марки ЭЦВ6-4-190 [5]

Далее по формуле определяем потребляемую мощность (Вт) электродвигателя для привода насоса [4]:

$$N = \frac{Q_{нас} \cdot \rho \cdot H \cdot K_3 \cdot q}{\eta_m \cdot \eta_h} \quad (2.6)$$

где: $Q_{нас}$ – объемный расход воды по подаче насоса, $\text{м}^3/\text{с}$;

ρ - плотность воды, $\text{кг}/\text{м}^3$;

H – полный напор насоса, м;

K_3 - коэффициент запаса мощности с учетом возможности перегрузки во время работы насоса, $K_3 = 1,1 \div 2,0$ [4]. Берем $K_3=2,0$;

q - ускорение свободного падения $q \text{ м}/\text{с}^2$;

η_n – КПД насоса, согласно технической характеристике $\eta_n=0,4\div0,6$.

Принимаем $\eta_n=0,55$;

η_m – КПД передачи от двигателя к насосу, $\eta_m=1,6$ [4].

$$N = \frac{0.001 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 2 \cdot 9.81}{0.55 \cdot 1.6} = 4.2 \text{ Вт.}$$

Воду должна подаваться потребителям под определенным напором, который называют свободным напором, $H_{св}=4\div5$ ($H_{св}=40\div50$ кПа). Функцией водонапорной башни является обеспечивать данный напор. Нужный объем резервуара (m^3) водонапорной башни, равна [4]:

$$V_{рез}=(0,15...0,20) Q_{\max.сут.} \quad (2.7)$$

Где: $Q_{\max.сут.}$ – max суточный напор воды, л.

$$V_{рез}=0,20 \cdot 23400=4680 \text{ л}$$

Берем $V_{рез}=5 \text{ м}^3$.

На начальном участке по трубам проходит весь объем воды, и для определения диаметра труб внешнего водопровода на данном участке используют формулу [4]:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\max/c}}{\pi \cdot v}} \quad (2.8)$$

где: $Q_{\text{max.с}}$ - max секундный расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$;

v - скорость воды в трубах, $\text{м}/\text{с}$; ($v=0,4 \text{ м}/\text{с}$ [4])

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.00054}{3.14 \cdot 0.4}} = 0.04 \text{ м}$$

Далее определив диаметр трубопровода, выбираем тип автопоилок и определяем необходимое их количество (n) для животноводческих ферм [4]:

$$n = m/z \quad (2.9)$$

где: m – количество животных, гол.;

z – коэффициент, который показывает, на какое количество животных предназначена поилка.

Используем автопоилки вида ПА-1А.

$$n = 200/2 = 100 \text{ поилок}$$

Подводящая вода в автопоилки имеет низкую температуру и в связи с этим в коровниках, а также на фермах крупнорогатого скота, на стену у входа в молочный блок устанавливается водонагревательное приспособление ВЭП-600 для подогрева воды до 10°C с принудительной ее циркуляцией.

Далее в таблице 2.1 приведена примерный режим расходования воды на животноводческих фермах по часам суток.

Таблица 2.1 - Примерный режим расходования воды на животноводческих фермах по часам суток

ЧАСЫ СУТОК	ЧАСОВОЙ РАСХОД, % от $Q_{\text{макс.сут}}$
0-1	3,1
1-2	2,1
2-3	1,9
3-4	1,7
4-5	1,9
5-6	1,9
6-7	3,3
7-8	3,5
8-9	6,1
9-10	9,1
10-11	8,6
11-12	2,9
12-13	3,3
13-14	4,8
14-15	2,9

15-16	10,0
16-17	4,8
17-18	2,9
18-19	3,1
19-20	2,6
20-21	6,8
21-22	5,8
22-23	2,6
23-24	4,3

Для построения графика расхода воды на ферме по часам суток, в выбранном масштабе, по оси ординат берут расход воды за каждый час (л/ч), по оси абсцисс – часы суток.

$$Q_{\text{ч}} = \frac{Q_{\text{мах.сут}} \cdot l}{100} \quad (2.10)$$

где: l – часовой расход воды на ферме;

$Q_{\text{мах.сут}}$ – мах суточный расход воды, л.

Далее представлен график расхода воды на ферме по часам суток.

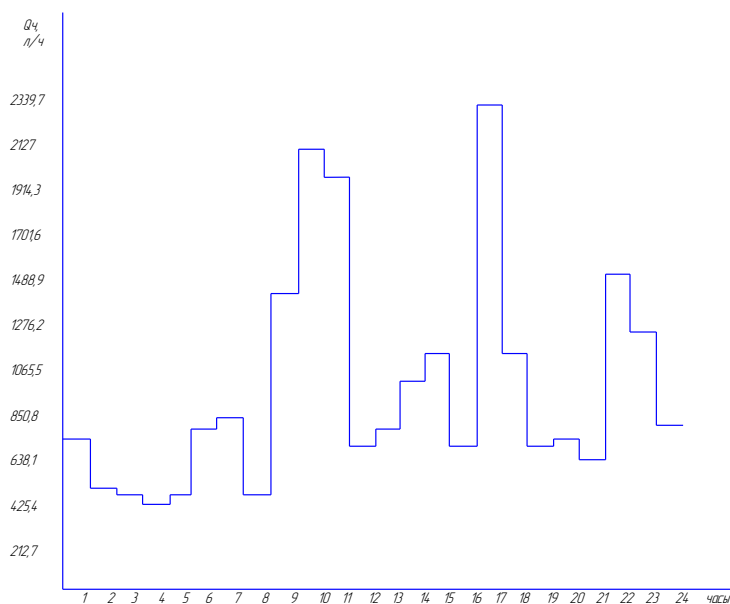


Рисунок 2.1 - График расхода воды на ферме по часам суток

2.2 Расчет микроклимата

С интенсивным ведением животноводства также увеличивается плотность размещения животных в помещениях. В связи с этим возникают такие задачи как создание, поддержание оптимальных условий содержания животных, так как на 20-30 процентов продуктивности зависит от микроклимата и состояния воздушной среды продуктивность животных в животноводческих помещениях. По-новому должна решаться и проблема создания и поддержания параметров микроклимата в помещениях, так как продуктивность животных на 20-30 процентов определяется состояние воздушной среды в животноводческих помещениях.

Чтобы достичь высокой устойчивости животных к разным родам заболеваний и максимальной продуктивности, нужно достичь в животноводческом комплексе благоприятных условий внутри него, к ним относятся: температура и влажность, загазованность и подвижность воздуха. Создание в животноводческих зданиях оптимального климата приводит к

увеличению срока службы основных производственных помещений, улучшая при этом условия труда обслуживающего персонала.

Причинами ухудшения микроклимата большинства животноводческих помещений является низкая теплозащита ограждающих конструкций, неквалифицированная к эксплуатации отопительно-вентиляционное оборудование, и неправильная организация воздухообмена. Поэтому, необходимо определить часовой воздухообмен ($\text{м}^3/\text{ч}$) по содержанию углекислого газа и влаги:

$$L_{\text{co}_2} = \frac{C \cdot m}{C_1 - C_2} \quad (2.11)$$

$$L_w = \frac{W \cdot m \cdot \beta}{W - W_{21}} \quad (2.12)$$

где: C – количество CO_2 , выделяемое одним животным, л/ч [4];

m – кол-во животных, гол;

C_1 – допустимое кол-во CO_2 в воздухе помещения, л/м³, $C_1=1,5$ л/м³;

C_2 – содержание CO_2 в проточном воздухе, л/м³; $C_2=0,3 \div 0,4$ л/м³ [4]. Принимаем $C_2=0,4$ л/м³;

W – количество водяного пара, выделяемого одним животным в течении часа, г/ч [4];

β – коэффициент, учитывающий испарение влаги с пола, кормушек, автопоилок и т.д.;

W_1 – допустимое количество водяного пара в воздухе помещения, г/м³ (абсолютная влажность) [4].

$$W_1 = \frac{\varpi \cdot W_{\max}}{100} \quad (2.13)$$

где: ϖ – нормативная относительная влажность воздуха в животноводческом помещении, [4]; $\varpi=70\%$;

$W_{\max}$ – максимальная влажность проточного воздуха, г/м³.

$$W_1 = \frac{70 \cdot 9.5}{100} = 6.65 \text{ г/м}^3;$$

$W_2=3,2 \div 3,3$ г/м³. [4] Принимаем $W_2=3,2$ г/м³

Подставив значения в выражения (2.11) и (2.12), получим :

$$L_{CO_2} = \frac{126 \cdot 150 + 118 \cdot 50}{1.5 - 0.4} = 22545.5 \text{ м}^3 / \text{ч};$$

$$L_w = \frac{(404 \cdot 150 + 380 \cdot 50) \cdot 0.75}{6.65 - 3.2} = 17304.3 \text{ м}^3 / \text{ч};$$

Исходя из сравнения часового воздухообмена по углекислому газу и влаге, можно сказать, что наибольшее значение по CO₂. В дальнейших расчетах поэтому будем использовать часовой воздухообмен по CO₂.

Кратность часового воздухообмена (ч^{-1}). [4]:

$$K=L/V, \quad (2.14)$$

Где: V – вместимость помещений, м^3 ; $V= 8019 \text{ м}^3$;

$$K=22545,5/8019=2,81 \text{ ч}^{-1}$$

По кратности воздухообмена $K<3$ необходимо выбирать естественную вентиляцию, при котором воздухообмен происходит за счет разности температур внутри помещения и наружного воздуха. Движение воздух в помещении осуществляется по каналу снизу вверх.

Поперечное сечение вытяжных и приточных каналов (м^3) определим по зависимости:

$$F_g = \frac{L}{3600 \cdot v} \quad (2.15)$$

где, L – часовой воздухообмен по углекислому газу, $\text{м}^3/\text{ч}$;

v – скорость воздуха в канале, $\text{м}/\text{с}$.

$$v = 2.2 \sqrt{\frac{h(\tau_1 - \tau_2)}{273}} \quad (2.16)$$

где, h – высота канала ($h=3 \text{ м}$). [4]

$\tau_1 - \tau_2$ – разность температур внутреннего и наружного воздуха, град. [4]:

$$v = 2,2 \sqrt{\frac{3 \cdot (10 - (-20))}{273}} = 1,26 \text{ м/с}$$

Отсюда,
$$F_{\epsilon} = \frac{22545,5}{3600 \cdot 1,26} = 5 \text{ м}^3.$$

Количество вытяжных каналов определим по формуле:

$$m_k = \frac{F_{\epsilon}}{f}, \quad (2.17)$$

где: f – площадь сечения одного канала, м^2 , [4]. $f=0,5 \text{ м}^2$.

$$m_k = \frac{5}{0.5} = 10 \text{ каналов}$$

2.3 Расчет естественного освещения

Естественное освещение определяется световым коэффициентом, получающимся путем отношения площади оконных проемов к площади помещения.

Световой коэффициент естественного освещения:

$$l_{\min} = \frac{F \cdot 100 \cdot \tau_0 \cdot \eta}{\eta_0 \cdot S_n} \quad (2.18)$$

где: F – суммарная площадь световых проемов; $F=72 \text{ м}^2$;

τ_0 – общий коэффициент светопропускаемости, $\tau_0=0,5$;

η – коэффициент, учитывающий свет, отраженный от стен и потолка: $\eta=2,2$;

η_0 – световая характеристика окна, $\eta_0=2,3$;

s_n – площадь пола помещения, m^2 , $s_n=1998 m^2$.

$$l_{\min} = \frac{72 \cdot 100 \cdot 0.5 \cdot 2.2}{23 \cdot 1998} = 0.17$$

2.4 Расчет машинного доения коров и первичной обработки молока

Для доения коров выбираем доильную установку типа АДМ-8 с молокопроводом на 200 голов. В нем имеется дополнительное оборудование, такие как водонагреватель-термос ВЭТ-400, танк для охлаждения молока ТОМ-2А и холодильная установка МХУ-8С, [9].

Суточный удой молока на одну корову $G_{\text{сут}}$ равен [4]:

$$G_{\text{сут}} = \frac{\Pi_p}{300} \quad (2.35)$$

где, Π_p - среднегодовой удой, кг;

300 – продолжительность лактационного периода.

$$G_{\text{сут}} = \frac{4000}{300} = 13 \text{ кг}.$$

Определим количество операторов для машинного доения:

$$K_0 = \frac{m_d \cdot \tau_p}{60 \cdot \tau_d} \quad (2.36)$$

где, m_d – число дойных коров в стаде, гол;

τ_p – затраты ручного труда на доение одной коровы, $\tau_p=1,5 \div 2$ мин, [4];

τ_d – длительность дойки стада, $\tau_d=2 \div 3$ ч;

$$K_0 = \frac{150 \cdot 1,5}{60 \cdot 2} = 1,88ч, \text{ принимаем } K_0=2 \text{ человека.}$$

Определим количество доильных аппаратов K_a , обслуживаемых одним оператором:

$$K_a = \frac{\tau_n}{\tau_p} + 1 \quad (2.37)$$

где, τ_n – машинное время доения одной коровы (без участия оператора), $\tau_n=3 \div 6$ мин, [4].

$$K_a = \frac{6}{1,5} + 1 = 5шт$$

Определим производительность оператора:

$$Q=60/\tau_p \quad (2.38)$$

где: τ_p – затраты ручного труда на доение одной коровы, $\tau_p=1,5 \div 2$ мин.

$$Q=60/1,5=40 \text{ коров}$$

Определим производительность доильной установки:

$$Q = \frac{60 \cdot K_0}{\tau_p} \quad (2.39)$$

где: K_0 – количество операторов для машинного доения, чел:

$$Q = \frac{60 \cdot 2}{1.5} = 80 \text{ коров в час.}$$

Выдоенное молоко необходимо немедленно очистить, охладить, а иногда и пастеризовать. Первичную обработку молока производят при поточности производственной линии. Для этого необходимо согласовать по производительности все звенья молочной линии. Производительность Q (кг/ч) поточной линии первичной обработки молока определяют по формуле.

$$Q_n = \frac{c \cdot k \cdot y}{365 \cdot K_p \cdot \tau_d} \quad (2.40)$$

где, c – коэффициент сезонности поступления молока, $c=1,2 \div 1,5$, [4].

k – количество коров на ферме, гол;

y – средний годовой удой, кг/год;

K_p – кратность дойки, $K_p=2 \div 3$;

τ_d – длительность дойки стада, $\tau_d=2 \div 4$.

$$Q_n = \frac{1.2 \cdot 150 \cdot 4000}{365 \cdot 2 \cdot 2} = 493.2 \text{ кг/ч}$$

Необходимая вместимость грязевого пространства сепаратора $V_{\text{рез}}$ (л) определяется из формулы

$$V_{\text{гряз}} = \frac{P \cdot Q_n' \cdot \tau}{100} \quad (2.41)$$

где, P – процент отложения сепараторной слизи от общего проникаемого молока, $P=0,03 \div 0,06$;

τ – длительность непрерывной работы сепаратора-молокоочистителя без разборки, $\tau=2 \div 32$;

Q_n' – необходимая пропускная способность молокоочистителя, л/ч.

$$Q_n' = Q_n / \rho \quad (2.42)$$

где: ρ – плотность молока, $\rho=1,03 \text{ кг/л}$;

$$Q_n' = 493,2 / 1,03 = 479 \text{ л/ч}$$

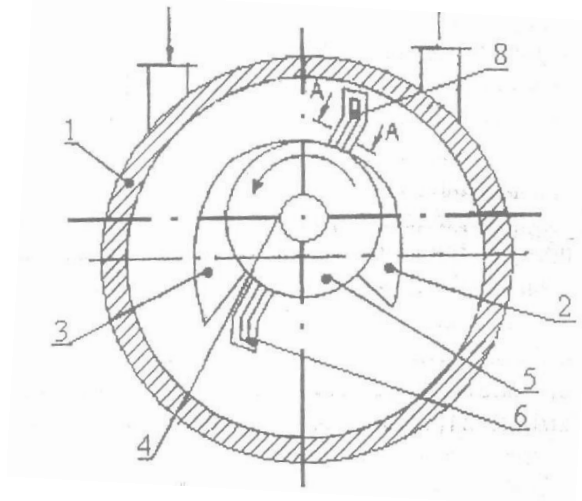
$$V_{\text{гряз}} = \frac{0,03 \cdot 479 \cdot 2}{100} = 0,29 \text{ л}$$

Для продления бактерицидного свойства молока, необходимым условием является охлаждение до температуры $8 \div 10^\circ\text{C}$. На фермах КРС все большее распространение получают пластинчатые охладители, их рассчитывают по поверхности теплообмена, а не по производительности в связи с работой их на переменном температурном режиме.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Выбор, обоснование и описание новой конструкции водокольцевого вакуумного насоса

В результате анализа существующих конструкций насосов был выбран водокольцевой вакуумный насос, представленный на рисунке 3.1.



1 – корпус, 2, 3 - нагнетательное и всасывающее окна, 4 – вал, 5 – втулка, 6 – лопатки, 8 – продольные каналы

Рисунок 3.1 – Водокольцевой вакуумный насос

Насос состоит из корпуса 1, внутренняя поверхность которого имеет цилиндрическую форму. В торцевых крышках выполнены нагнетательные 2 и всасывающие 3 окна. Внутри корпуса эксцентрично установлен вал 4, на котором закреплена крыльчатка, состоящая из втулки 5 и лопаток 6. На торцах лопаток расположены ребра жесткости, на которых выполнены продольные каналы 8 (рисунок 3.1). Продольные каналы 8 имеют параллельное сечение, уменьшающееся по глубине по мере приближения к вершине лопаток, при этом на вершине лопатки канал выполнен тупиковым для удержания воды.

Принцип работы насоса заключается в следующем.

При вращении крыльчатки ротора жидкость, которая подается через торцевые крышки, приводится во вращение, образуя вращающееся жидкостное кольцо. Между втулкой крыльчатки и внутренней поверхностью жидкостного кольца образуется замкнутый переменный объем. В полости всасывающего окна (рисунок 3.1) происходит расширение Объем, в результате чего всасывается свежая порция газа, а в полости нагнетания вначале газ сжимается, а затем нагнетается в атмосферу через нагнетательное окно 2. Через окно 2 вместе с газом нагнетается избыток жидкости вращающегося кольца. С целью увеличения полезного объема ячеек крыльчатки, уплотнения торцевых щелей и повышения прочности лопаток с торцевой стороны на лопатках установлены ребра жесткости, что позволяет уменьшить толщину лопатки, не снижая ее прочности. При подаче жидкости через торцевые крышки происходит уплотнение торцовых щелей. Часть жидкости, растекаясь по торцевой поверхности крыльчатки, под действием центробежных сил заполняет каналы 8 (рисунок 3.1), расположенные на торцевой стороне лопаток на ребрах жесткости и тем самым уплотняет щели, что способствует снижению перетечек газа.

Применение лопаток крыльчатки с ребрами жесткости на торцевой поверхности с продольными каналами позволяет улучшить характеристики жидкостно-кольцевого вакуумного насоса и тем самым повысить экономичность насоса.

Для обеспечения равномерного распределения уплотняющей жидкости по длине лопаток канал выполнен переменным сечением по глубине. При этом сечение канала уменьшается по мере приближения к вершине лопатки. Канал имеет тупик, который выполнен у вершины лопатки. Такая форма канала обеспечивает равномерное распределение уплотнения жидкости, что способствует снижению перетечек газа через щели.

3.2. Конструктивные расчеты

3.2.1. Расчет подачи вакуумного насоса

Подача (м³/с) вакуумного насоса определяется по формуле

$$Q = n z S l \gamma \frac{p}{p_6} \quad (3.1)$$

где n — частота вращения ротора, с⁻¹;

z — число лопаток (камер);

S — площадь поперечного сечения замкнутой камеры в момент отсечения ее от всасывающего окна, м²;

l — длина ротора, м;

γ — коэффициент, учитывающий заполнение камеры и утечку воздуха;

p — давление воздуха при входе во всасывающую камеру, кПа;

p_6 - атмосферное давление, кПа.

3.2.2. Расчет болтов

Насос крепится на швеллере с помощью четырех болтов выполненных из стали класса точности 3,6 и действующей на болты с силой $F=1$ кН. Требуется определить диаметр болтов. Нагрузка постоянная.

1. Для болтового соединения с неконтролируемой затяжкой принимаем коэффициент запаса прочности $[S_T]=5$, в предположении, что наружный диаметр резьбы находится в интервале 6...16 мм. Предел текучести болта $\sigma_T=200$ Н/мм

Допускаемое напряжение растяжения

$$[\sigma]_p = \sigma_T / [S_T] \quad (3.2)$$

где $[\sigma]_p$ – допускаемое напряжение растяжения, Н/мм²;

σ_T – предел текучести, Н/мм²;

$[S_T]$ – коэффициент запаса прочности.

$$[\sigma]_p = 200 / 5 = 40 \text{ Н/мм}^2.$$

2. Принимаем коэффициент запаса по сдвигу $K=1,6$ и коэффициент трения $f=0,16$.

Необходимая сила затяжения болта

$$F_0 = \frac{F \cdot K}{f \cdot i \cdot z}, \quad (3.3)$$

Где K – коэффициент запаса по сдвигу деталей;

F – внешняя сила;

f – коэффициент трения;

i – число стыков;

z – число болтов.

$$F_0 = \frac{1 \cdot 1,6}{0,16 \cdot 1 \cdot 4} = 2,5 \text{ кН}.$$

3. расчетная сила затяжения болтов:

$$F_{расч.} = 1,3 \cdot F = 1,3 \cdot 2,5 = 3,25 \text{ кН}.$$

Определение мощности электродвигателя.

4. Расчетный диаметр резьбы:

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4F_{расч}}{\pi[\sigma]_p}}, \quad (3.4)$$

Где d_p – расчетный диаметр резьбы, мм;

$F_{расч}$ – расчетная сила затяжения болта, кН;

$[\sigma]_p$ – допускаемое напряжение растяжения, Н/мм².

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 3,25 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 40}} = 10,1 \text{ мм}.$$

Принимаем резьбу М12 с шагом $p=1,75$ мм, для которой

$d_p = d - 0,94p = 12 - 0,94 \cdot 1,75 = 10,4 \text{ мм} > 10,1$. Болт М12 пригоден.

3.3 Экономическое обоснование конструкции

3.1.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_K + G_{\Gamma})k, \quad (3.5)$$

где G – масса конструкции, кг;

G_K – масса сконструированных деталей, кг;

G_{Γ} – масса готовых деталей, кг, $G_{\Gamma} = 148$;

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

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

Таблица 3.1 – Расчёт массы спроектированных деталей

Наименование изделие	Объём детали, см ³	Плотность, кг/см ³	Масса детали, кг
Вал	750	0,002	1,5
Лопасть	900	0,002	1,8
Крышка	1560	0,002	3,12
Корпус	7150	0,002	14,3

Масса сконструированных деталей определяется:

$$G_{\hat{e}} = (G_{\hat{a}} + G_{\hat{e}} + G_{\hat{e}\delta} + G_{\hat{e}\hat{i}\delta}), \quad (3.6)$$

где $G_{\text{в.}}$ – масса вала, кг;

$G_{\text{л}}$ – масса лопасти, кг;

$G_{\text{кр}}$ – масса крышки, кг;

$G_{\text{кор}}$ – масса корпуса, кг;

Принимая во внимание, что

$$G_{\text{в.}}=1,5, G_{\text{л}}=1,8, G_{\text{кр}}= 3,12, G_{\text{кор}}=14,3,$$

определяем значения масс:

$$G_{\hat{e}} = (1,5 + 1,8 + 3,12 + 14,3) = 20,72 \text{ т}$$

$$G = (20,72 + 34) \cdot 1,05 = 57,4 \text{ т}$$

Балансовая стоимость новой конструкции по сопоставимости массы определяется:

$$C_{\hat{e}1} = \frac{C_{\hat{e}0} \cdot G_1 \cdot \delta}{G_0}, \quad (3.7)$$

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

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

δ – коэффициент удешевления конструкции.

Принимая значения как

$C_{\hat{e}0} = 45000$ руб; $G_1 = 57,4$ кг, $\delta = 0,9 \dots 0,95$, $G_0 = 80$ кг

получаем:

$$\tilde{N}_{\hat{e}1} = \frac{45000 \cdot 57,4 \cdot 0,9}{80} = 29058,7 \text{ руб.}$$

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

Часовая производительность машин определяется из конструктивных расчётов:

$$W_1 = 60 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_0 = 45 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_t}{W_r}, \quad (3.8)$$

где N_e – потребляемая мощность, кВт;

W_r – часовая производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Учитывая, что $N_e = 2,2$, находим:

$$\mathfrak{E}_0 = \frac{2,2}{45} = 0,049 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3,$$

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{2,2}{60} = 0,037 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3.$$

Металлоёмкость процесса определяется по формуле:

$$M = \frac{G}{W_r \cdot T_{\text{зод}} \cdot T_c}, \quad (3.9)$$

где G – конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка машины;

T_c – срок службы машин, лет.

Учитывая, что $G_1=57,4$, $G_0=80$, $W_1=60$, $W_0=45$, $T_{\text{год1,0}}=1350$,

$T_{c1,0}=5$, находим:

$$\begin{aligned} \dot{I}_0 &= \frac{80}{45 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,00026 \text{ т/г}, \\ \dot{I}_1 &= \frac{57,4}{60 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,00014 \text{ т/г}. \end{aligned}$$

Фондоёмкость процесса определяется по формуле:

$$F = \frac{C_6}{W_c \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (3.10)$$

где C_6 – балансовая совместимость конструкции, руб.;

Принимая из расчетов, что $C_{61}=29058,7$ руб., $C_{60}=45000$ руб., определяем:

$$\begin{aligned} F_0 &= \frac{45000}{45 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,145 \text{ т/г} \\ F_1 &= \frac{29058,7}{60 \cdot 1350 \cdot 5} = 0,07 \text{ т/г} \end{aligned}$$

Себестоимость исходного и проектируемого варианта определяется:

$$S = C_{з.п.} + C_{э} + C_{рто} + A, \quad (3.11)$$

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

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

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

A – амортизационный отчисления на продукцию, руб/л;

$$C_{з.п.} = z \cdot T_e \cdot K_{\partial} \cdot K_{ст} \cdot K_{от} \cdot K_{сс}, \quad (3.12)$$

где z – тарифная ставка, руб;

T_e – трудоёмкость, чел/литр.

$$T_e = \frac{P_p}{W_r}, \quad (3.13)$$

$$\dot{O}_{\dot{a}i} = \frac{1}{45} = 0,022 \div / \dot{i}^3,$$

$$\dot{O}_{\dot{a}l} = \frac{1}{60} = 0,017 \div / \dot{i}^3,$$

$$\tilde{N}_{\dot{\epsilon},i0} = 52,5 \cdot 0,022 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 2,2 \text{ δόά / } \dot{i}^3,$$

$$\tilde{N}_{\dot{\epsilon},i1} = 52,5 \cdot 0,017 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 1,65 \text{ δόά / } \dot{i}^3.$$

Определяем затраты на электроэнергию:

$$C_{\dot{\epsilon}} = C_{\dot{\epsilon}} \cdot \mathcal{E}_{\dot{\epsilon}}, \quad (3.14)$$

где $C_{\dot{\epsilon}}$ – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч;

$\mathcal{E}_{\dot{\epsilon}}$ – потребляемая мощность, кВт·ч.

Принимая во внимание, что $C_{\dot{\epsilon}}=2,23$ руб./кВт·ч, $\mathcal{E}_{c0}=0,049$; $\mathcal{E}_{c1}=0,037$, находим:

$$\tilde{N}_{y0} = 2,23 \cdot 0,049 = 0,109 \text{ δόά / } \dot{i}^3,$$

$$\tilde{N}_{y1} = 2,23 \cdot 0,037 = 0,081 \text{ δόά / } \dot{i}^3.$$

Затраты на РТО конструкции определяется по формуле:

$$C_{пто} = \frac{C_{\sigma} \cdot H_{пто}}{100 \cdot W_2 \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.15)$$

где $H_{\text{рто}}$ – суммарная норма затрат на РТО, %.

$$\tilde{N}_{\partial \partial \hat{1} 0} = \frac{45000 \cdot 19,8}{100 \cdot 45 \cdot 1350} = 0,143 \text{ } \delta \acute{o} \acute{a} / \grave{i}^3$$

$$\tilde{N}_{\partial \partial \hat{1} 1} = \frac{29058,7 \cdot 19,8}{100 \cdot 60 \cdot 1350} = 0,069 \text{ } \delta \acute{o} \acute{a} / \grave{i}^3.$$

Амортизационные отчисления определяются как:

$$A = \frac{C_{\sigma} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{зод}}}, \quad (3.16)$$

где a – норма амортизации, %.

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

$$\hat{A}_0 = \frac{45000 \cdot 18}{100 \cdot 45 \cdot 1350} = 0,145 \text{ } \delta \acute{o} \acute{a} / \grave{i}^3,$$

$$\hat{A}_1 = \frac{29058,7 \cdot 18}{100 \cdot 60 \cdot 1350} = 0,07 \text{ } \delta \acute{o} \acute{a} / \grave{i}^3.$$

$$S_0 = 2,2 + 0,109 + 0,143 + 0,145 = 2,6 \text{ } \delta \acute{o} \acute{a} / \grave{i}^3,$$

$$S_1 = 1,65 + 0,081 + 0,069 + 0,07 = 1,87 \text{ } \delta \acute{o} \acute{a} / \grave{i}^3.$$

Приведённые затраты на работу конструкции определяют по формуле:

$$C_{np} = S + E_n \cdot \kappa = S + E_n \cdot F_t, \quad (3.17)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

κ – удельные капитальные вложения или фондоемкость.

Принимая, что $E_n=0,15$ находим:

$$\tilde{N}_{i \partial \epsilon \hat{a} 0} = 2,6 + 0,15 \cdot 0,145 = 2,62 \text{ } \partial \acute{o} \acute{a} / \text{ } \grave{i}^3,$$

$$\tilde{N}_{i \partial \epsilon \hat{a} 1} = 1,87 + 0,15 \cdot 0,07 = 1,88 \text{ } \partial \acute{o} \acute{a} / \text{ } \grave{i}^3.$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathfrak{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_r \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.18)$$

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

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

$$\dot{Y}_{\tilde{a}\ddot{a}} = (2,6 - 1,87) \cdot 60 \cdot 1350 = 60156,9 \text{ €}.$$

Годовой экономический эффект определяется:

$$\begin{aligned} \dot{A}_{\tilde{a}\ddot{a}} &= (\tilde{N}_{i\delta\hat{a}0} - \tilde{N}_{i\delta\hat{a}1}) \cdot W_r \cdot T_{\tilde{a}\ddot{a}}, \\ \dot{A}_{\tilde{a}\ddot{a}} &= (2,62 - 1,88) \cdot 60 \cdot 1350 = 61085,1 \text{ €}. \end{aligned} \quad (3.19)$$

Срок окупаемости капитала вложений определяется:

$$T_{ок} = \frac{C_{61}}{\mathfrak{A}_{200}}, \quad (3.20)$$

$$\dot{O}_{i\hat{e}} = \frac{29058,75}{60156,9} = 0,48 \text{ год}.$$

Коэффициент эффективности капитала вложений определяется:

$$\begin{aligned} \dot{A}_{y\hat{o}} &= \frac{\dot{Y}_{\tilde{a}\ddot{a}}}{\tilde{N}_{\hat{a}}} = \frac{1}{\dot{O}_{i\hat{e}}}, \\ \dot{A}_{y\hat{o}} &= \frac{1}{0,48} = 2,07 \end{aligned} \quad (3.21)$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции.

Таблица 3.2.

№	Наименование показателей	Ед. измер.	Базовой (исходной)	проектируемой
1.	Часовая производительность	м ³ /ч	45	60
2.	Фондоёмкость процесса	руб/м ³	0,145	0,07
3.	Энергоёмкость процесса	кВт/м ³	0,049	0,037
4.	Металлоёмкость процесса	кг/м ³	0,00026	0,00014
5.	Трудоёмкость процесса	ч/м ³	0,022	0,017
6.	Уровень эксплуатационных затрат	руб/м ³	2,6	1,87
7.	Уровень приведённых затрат	руб/м ³	2,62	1,88
8.	Годовая экономия	руб/м ³	-	60156,9
9.	Годовой экономический эффект	руб/м ³	-	61085,1
10.	Срок окупаемости капитала вложений	руб	-	0,48
11.	Коэффициент эффективности капитальных вложений	руб/лет	-	2,07

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, исключая 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 удлинённые ерши и щётки с ручками, а для защиты рук – резиновые перчатки. Хранить химические санитарные средства следует в сухом затемнённом 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 тёплой 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 ВВН

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]:

$$R_e = 0,366 \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + 0,5 \lg \frac{4h+l}{4h-l} \right), \quad (3.22)$$

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:

$$n = \frac{R_e \cdot k_c}{R_n \cdot \eta_z}, \quad (3.23)$$

где n – необходимое число заземлений;

K_c – коэффициент сезонности;

R_n – нормативное сопротивлений 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 манипулятора

Доеение коров осуществляется механизированным способом с помощью доильных установок, 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

Проведенный анализ существующих конструкций позволил обосновать выбор конструкции водокольцевого вакуумного насоса. Конструктивные расчеты позволили определить производительность насоса, просчитать заземление, выбрать электродвигатель. Также разработаны основные требования, предъявляемые к конструкциям водокольцевого вакуумного насоса.

Проведенный сравнительный анализ показывает, что спроектированная конструкция ВВН, установленную в доильную установку, по сравнению с базовым вариантом является экономически эффективным, так как срок окупаемости менее 7 лет, а коэффициент эффективности более 0,15

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании вышеизложенного материала, можно сделать следующие основные выводы и предложения:

1. Проведен критический анализ существующих конструкций водокольцевых вакуумных насосов, который позволил обосновать основные конструктивно-технологические параметры нового насоса.

2. На основании анализа конструкций, предварительных технологических и конструктивных расчетов рассчитан и разработан водокольцевой вакуумный насос, который может применяться в доильной установке АДМ – 8 А1, обладающий более высокими технико-экономическими показателями.

3. Конструкторскую документацию, состоящую из технического задания, технических условий, спецификаций, чертежей и соответствующих расчётов можно успешно использовать для серийного производства.

4. В заключении следует отметить, что применение данного насоса для доения коров снижает затраты труда на 7%, рост производительности на 8 %, по сравнению с другими. Срок окупаемости составляет 3 месяца. И снижает себестоимость готовой продукции, что является на сегодняшний момент решающим фактором в условиях рыночной экономики.

ЛИТЕРАТУРА

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. Брагинец Н.В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства/ Н.В. Брагинец, Д.А.Палникин.-3-е изд., - М.: Агропромиздат,1991-191с.
3. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных работ квалификационных работ-Казань,2009
4. Камарев Ф.М. Охрана труда/ Ф.М. Камарев, М.А. Пережогин, Г.Н. Гряник. – М.: Колос, 1982-351с.
5. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов.-2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Ленинград Агропромизрад., 1985-640с.
6. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-игровочное пособие.- Казань: РИЦ “Школа”, 2004-144с.
7. Пат. 2347109 Российская Федерация, МПК⁷ F 04 C 7/00, F 04 C 19/00. Жидкостно-кольцевой вакуумный насос (описание изобретения) / Зиганшин Б.Г., Волков И.Е., Ситдииков Ф.Ф., Лукманов Р.Р., Кашапов И.И.; заявитель и патентообладатель Казанский государственный аграрный университет. - № 2007118001/06; заявл. 14.05.07; - Оpubл. 20.02.09. Бюл. №5. – 4 с.
8. Певицкий В.С. – Машиностроительное черчение: Учеб. для студентов высших технических учебных заведений-М.: Высш. школа, 1988-351с.
9. Попов А.Н. Молочные фермы России / А.Н. Попов, И.Ф. Морозов.- М.: Россельхозиздат. 1983-237с.
- 10.Принцип машинного доения. Пер. с англ. Н.П. Астрямьевской . Под. ред. В.Ф. Королева,-М.: Колос, 1964-997с.
- 11.Цой Ю.А. Молочные линии животноводческих ферм и комплексов., М.: Агропромиздат, 1982-630с.

- 12.Чернавский С.А. Проектирование механический передач: Учебно-справочное пособие для выгузов / С.А. Чернавский, Г.А. Снесарев, Б.С. Козинцов и др.-5-е изд.-М.: Машиностроение, 1984-560с.
- 13.Экологическое агропроизводство. Животноводство. Строительство. Овощеводство. Российс.- Германск. ежегодник «Земледелатель». И.: ИПО Профиздат. 1997-338с.