

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Направление Агроинженерия

Профиль Технологическое оборудование для хранения и переработки

сельскохозяйственной продукции

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: «Совершенствование технологии первичной обработки молока с  
разработкой очистителя-охладителя»

Шифр ВКР 35.03.06.135.18.00.00 ПЗ

Студент 244 группы \_\_\_\_\_ Нуруллин Р.Р.  
подпись Ф.И.О.

Руководитель ст. препод. \_\_\_\_\_ Иванов Б.Л.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

и.о. зав. кафедрой доцент \_\_\_\_\_ Халиуллин Д.Т.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

**Казань – 2018 г.**

**ФГБОУ ВПО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

Кафедра Машины и оборудование в агробизнесе

Направление Агроинженерия

Профиль Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_/Халиуллин Д.Т./

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

### **ЗАДАНИЕ**

#### **на выпускную квалификационную работу**

Студенту Нуруллину Р.Р.

Тема ВКР «Совершенствование технологии первичной обработки молока с разработкой очистителя-охладителя»

утверждена приказом по вузу от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г. № \_\_\_\_\_

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР \_\_\_\_\_

3. Исходные данные

1. Материалы преддипломной практики;
2. Научно-техническая и справочная литература
3. Патенты фильтров, охладителей молока.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

- 1 Анализ технологий первичной обработки молока;
2. Анализ существующих конструкций фильтров и охладителей молока
- 3 Расчет технологической линии первичной обработки молока;
- 4 Разработка и конструктивный расчет новой конструкции очистителя-охладителя молока;
- 5 Безопасность и экологичность проектируемых мероприятий;
- 6 Техничко-экономический анализ предлагаемой конструкции.

## 5. Перечень графических материалов

1. Существующие технологии первичной обработки молока.
2. Предлагаемая технологическая линия молочного комплекса.
3. Технологическая схема работы комплекса оборудования для охлаждения молока.
4. Обзор существующих конструкций фильтров и охладителей.
5. Сборочный чертеж очистителя-охладителя молока.
6. Рабочие чертежи предлагаемой конструкции.

## 6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	1 раздел		100%
2	2 раздел		100%
3	3 раздел		100%

Студент \_\_\_\_\_ /Нуруллин Р.Р./

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ /Иванов Б.Л./

## АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Нуруллина Ришата Раятовича на тему: «Совершенствование технологии первичной обработки молока с разработкой очистителя-охладителя».

Работа состоит из пояснительной записки на листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает \_\_\_ рисунков, \_\_\_ таблиц. Список использованной литературы содержит 17 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы проекта.

В первом разделе выполнен литературно-патентный обзор. Проведен анализ технологий и существующих конструкций для первичной обработки молока, а так же выявлены недостатки применяемых конструкций. Поставлены цели и задачи проектирования.

Во втором разделе разработана технология первичной обработки молока, проведен расчет технологической линии первичной обработки молока, также спроектированы организационно-технические мероприятия по обеспечению условий труда на производстве.

В третьем разделе произведен выбор и обоснование новой конструкции очистителя-охладителя молока, проделаны необходимые конструктивные расчёты, и дано экономическое обоснование конструкции. Разработаны мероприятия безопасной, экологической эксплуатации предлагаемой конструкции и по улучшению здоровья персонала на производстве. Произведен расчёт технико-экономических показателей предлагаемой конструкции конструкции

Записка завершается выводами и предложениями.

## ABSTRACT

To the final qualifying work of Nurullin Rishat Rajatovich on the topic: "Improvement of the technology of primary milk processing with the development of a purifier-cooler".

The work consists of an explanatory note on the pages of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of the A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes \_\_\_ drawings, \_\_\_ tables. List of used literature contains 17 items.

In the introduction, the relevance of the topic of the project is substantiated.

In the first section, a literary-patent review is performed. The analysis of technologies and existing structures for primary milk processing is carried out, and also drawbacks of applied designs are revealed. The goals and objectives of the design are set.

In the second section, the technology of primary milk processing was developed, the calculation of the technological line for primary milk processing was carried out, and organizational and technical measures were also designed to ensure working conditions in the workplace.

In the third section, a choice and justification for the new design of the milk cleaner were made, the necessary design calculations were made, and the economic justification for the design was given. Measures have been developed for the safe, ecological operation of the proposed structure and for improving the health of personnel in the workplace. The calculation of technical and economic parameters of the proposed structure design

The note ends with conclusions and suggestions.

## СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ .....	
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР .....	
1.1 Обзор существующих технологий первичной обработки молока.....	
1.2 Обзор существующих конструкций для первичной обработки молока.....	
1.3 Цели и задачи проектирования.....	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Выбор и обоснование новой технологии первичной обработки молока .....	
2.2 Расчет технологической линии первичной обработки молока .....	
2.3 Организационно-технические мероприятия по обеспечению условий труда на производстве.. ..	
3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ .....	
3.1 Выбор и обоснование новой конструкции очистителя-охладителя молока..	
3.2 Конструктивный расчет предлагаемой конструкции очистителя- охладителя молока.. ..	
3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации фильтра-охладителя ..	
3.4 Физическая культура на производстве .....	
3.5 Расчёт технико-экономических показателей конструкции .....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЕ	

## ВВЕДЕНИЕ

В Республике Татарстан планируется увеличить среднегодовой объем продукции на 14-15% преимущественно за счет интенсивных факторов развития, внедрения новейших достижений науки, техники и передовой практики, эффективного использования созданного производственного потенциала. На основе укрепления кормовой базы, качественного улучшения пород, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов предстоит обеспечить устойчивый рост производства продукции животноводства.

Доеение – важнейший технологический процесс, позволяющий получить качественный продукт необходимый для его дальнейшей переработки.

Для обеспечения потребностей производителей сельскохозяйственной продукции, обладающих различными финансовыми возможностями используются доильные установки различного типа, комплектации и уровня автоматизации. В настоящее время в республике налажено серийное производство отечественных автоматизированных доильных установок для доения коров на специальных площадках типа "Тандем", "Елочка", "Параллель" различных типоразмеров. Однако доля оборудования импортного оборудования значительна.

Потребность республики в новых доильных установках для доения на специальных площадках составляет около 200 шт. в год. За счет реконструкции крупных животноводческих комплексов и оснащении их современным оборудованием возможен рост эффективности сельскохозяйственного производства за счет получения дополнительного качественного молочного сырья 10-15%, сохранности дойного стада (снижение заболеваемости маститом до 30%, использования щадящих режимов доения).

Молоко – полезный, но скоропортящийся товар. Десятки тысяч людей регулярно употребляют молоко. Оно питательно и полезно, из него готовят

олады и сырники, его пьют на ночь и наливают в миску домашнему коту. Как хорошо известно цивилизованным людям, молоко даёт корова. Но до того, как молоко из коровьего вымени очутится на полках магазинов (разлитое в пакеты или бутылки), оно проходит довольно длительный путь. А поскольку молоко является пищевым, а следовательно, и быстро портящимся товаром, для его хранения должны быть созданы благоприятные условия, не допускающие его преждевременного скисания, то есть порчи.

Предприятия, имеющие дело с молочной продукцией, повсеместно используют особые резервуары, называемые танки-охладители (оборудование для хранения молока). Подобные агрегаты очень полезны, так как позволяют быстро охлаждать и длительное время хранить сотни литров продукта. Качественные танки-охладители молока не только охлаждают налитые в них коровьи удои, но и в течение продолжительного срока сохраняют их качество. Скорость охлаждения также должна быть на высоте. Качественные танки-охладители молока менее чем за три часа снижают температуру налитого в них напитка более чем на двадцать градусов. Для изготовления танков-охладителей молока применяется нержавеющая сталь.

Молочные танки-охладители в зависимости от своей конструкции могут быть открытого и закрытого типа. Охладители открытого типа могут иметь съёмный верх, верхняя часть их конструкции термоизоляции не имеет, поэтому требуется частое включение холодильного агрегата для поддержания нужной температуры внутри оборудования. Танки же закрытого типа обладают герметическим корпусом, а их вместимость может превышать девять тысяч литров. Производители танков-охладителей молока оснащают их таймером, регулятором охлаждения и автоматическими дозировочными насосами, позволяющими управлять не только процедурой охлаждения полученного от коров удоя, но и промывкой внутренней части оборудования. Некоторые модели могут быть также оснащены счётчиком-расходомером.

Условия эксплуатации машин и оборудования более жесткие, а режим эксплуатации более напряженный, чем на промышленных предприятиях.

Большое количество техники простаивает из-за неисправностей или списывается, не побывав в ремонте, через 2...4 года после их установки, что влечет повышение себестоимости продукции и нарушение ритмичности производства продукции животноводства.

Кроме того, многие хозяйства получили возможность закупать импортное дорогостоящее оборудование, срок эксплуатации которых рассчитан на более долгий срок. Однако, при выходе из строя данного оборудования себестоимость ремонта возрастает в несколько раз, так как необходимо оплатить доставку запасных частей и обслуживание при ремонте.

Все это указывает на необходимость разработки новых конструкций танков-охладителей с учетом специфики зональных условий .

# 1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Обзор существующих технологий первичной обработки молока

Технология первичной обработки молока в хозяйствах зависит от типа доильного оборудования, от способа доения, а также реализации молочного сырья. Готовая продукция может быть реализована в самих хозяйствах или же сдаваться в молочные комбинаты для глубокой переработки.

Качество молочной продукции зависит от способа доения, класса оператора машинного доения, доильных установок и самое главное, от особенности первичной обработки молочного сырья.

В технологию первичной обработки молока входят следующие процессы:

- очистка;
- охлаждение;
- пастеризации и сепарации.

В хозяйствах, сдача молока в молочные комбинаты организовывается централизованно.

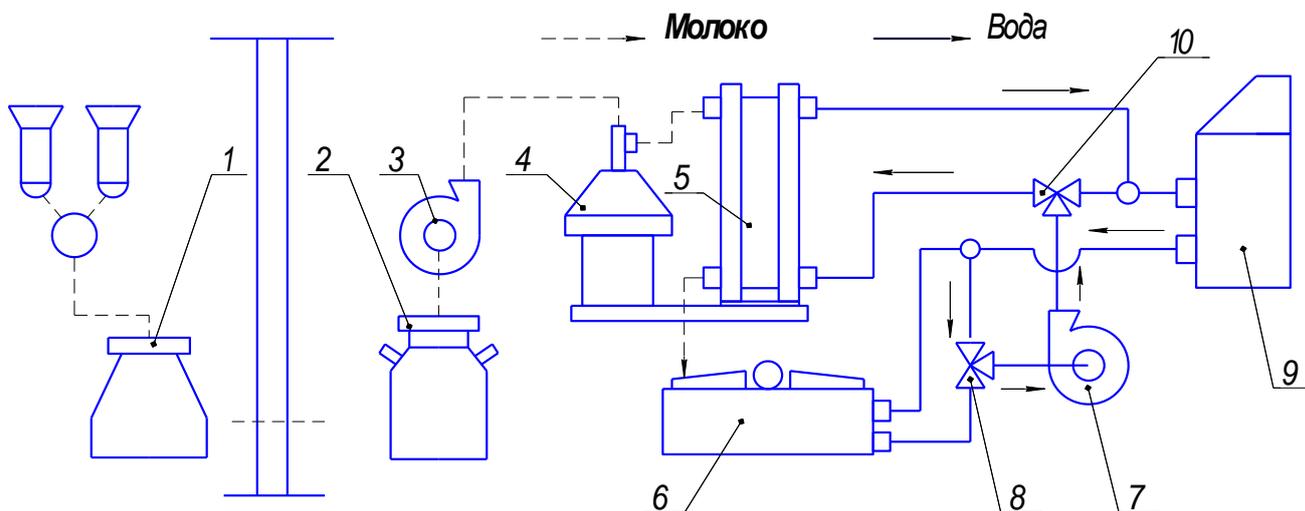
Молоко имеет короткие сроки хранения, и это зависит от степени и качества обработки сырья. В последствии извлечения молока с вымени коровы, в свежесвыдоенном молоке содержатся большое количество механических примесей и бактерий, которые очень сильно сокращают срок хранения сырья. Молоко, подверженное к качественной первичной обработке и доведенное до 6 °С соответственно имеет высокую цену реализации.

Первичная обработка молока осуществляется в самой технологии доения, вследствие чего, производительность всех машин линии обработки должна обеспечивать бесперебойную работу машин доильного зала. Для более длительного хранения молока используются танки-охладители, которые увеличивают срок хранения молока доводя температуру до 6 °С.

В хозяйствах, как правило, используются утвержденные технологии первичной обработки молока.

На сегодняшний день, используются два способа доения коров: в переносное ведро и в молокопровод.

Рассмотрим технологическую линию обработки молока при доении в ведро (рисунок 1.1). С развитием молочной отрасли ещё сохранились доильные установки с доением в переносные ведра. Данный способ доения используется в частном подворье или малых животноводческих хозяйствах, где малое количество дойного поголовья.



1 – переносное ведро; 2 – фляга; 3 – моленный насос; 4 – сепаратор-очиститель; 5 – пластинчатый охладитель; 6 – емкость для доохлаждения; 7 – водяной насос; 8,10 – трехходовые краны; 9 – водоохлаждающая установка

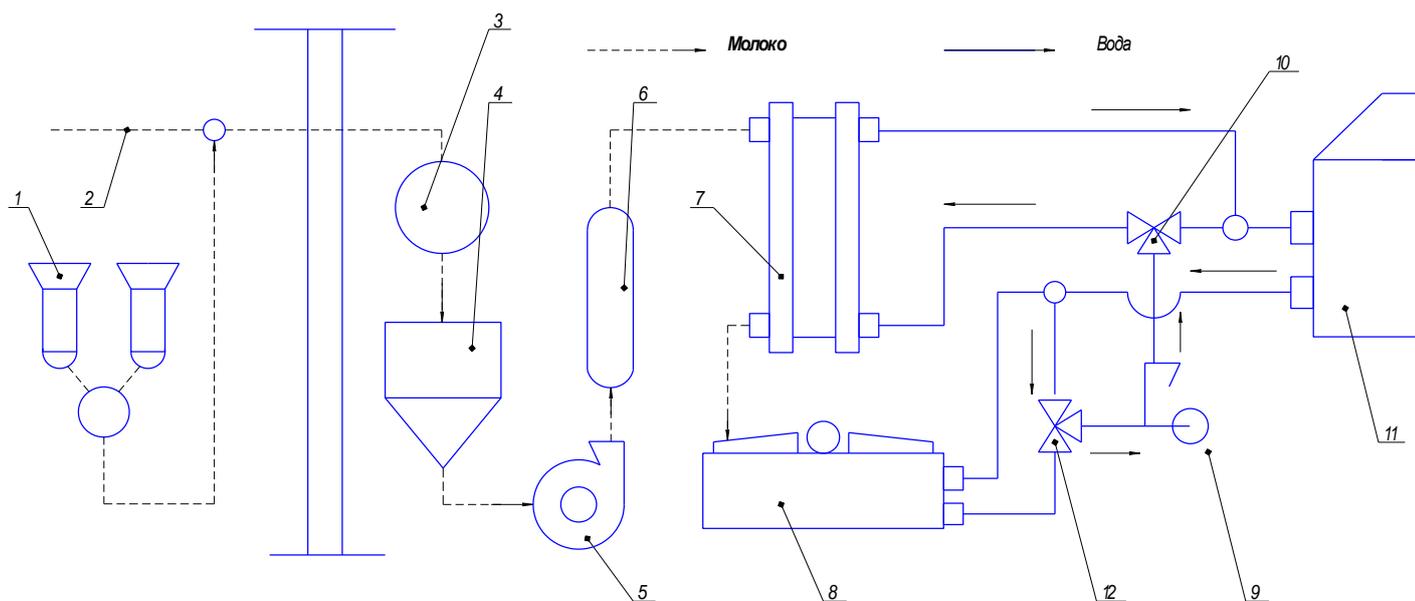
Рисунок 1.1 – Технология первичной обработки молока при доении в переносное ведро

При включении вакуумной установки в вакуум-проводе создается вакуум-метрическое давление, постоянная величина которого поддерживается вакуум-регулятором. Зажимы на штангах устройства промывки находятся в закрытом положении. Доильный аппарат подключается к вымени коровы и к вакуум-проводу. Под действием созданного в аппарате вакуума осуществляется процесс доения. По окончании доения коровы, аппарат отключают от вакуума и подключают к другой корове и т.д. По мере наполнения доильного ведра молоком его переливают в емкости для сбора, затем, при помощи насоса подается в фильтры или сепараторы, для отделения механических примесей. Молоко транспортируется в танк-охладитель для дальнейшего хранения.

Линейная доильная установка с молокопроводом, в традиционных коровниках, уже в течение десятилетий считается простым, надежным и эффективным способом доения на многочисленных фермах во всем мире. Физиологически правильное доение, нежная, гигиеническая транспортировка молока, прямо от вымени к фильтрам, а затем в резервуары для охлаждения молока. Самые распространенные модели молокопровода на 50, 100 и 200 голов.

На доильной установке с молокопроводом (рисунок 1.1) отпадают такие операции, как перенос доильных ведер и слив молока в бидон.

Молокопровод состоит из доильных аппаратов, вакуумного и молочного трубопроводов, счетчиков молока, вакуумных насосов, молокоприемника, автомата промывки и т.д.



1 - доильный аппарат; 2 - молокопровод; 3 - счетчик; 4 - молокосорбник; 5 - насос; 6 - фильтр; 7 - пластинчатый охладитель; 8 - танк охладитель; 9 - насос; 10, 12 - краны; 11 - охладитель воды.

Рисунок 1.1 – Технология первичной обработки молока при доении в молокопровод.

При помощи молочно-вакуумных кранов к молокопроводу подключают доильные аппараты. Молокопровод поставляет надоенное молоко в

молокоприемник, а из молокоприемника молоко поступает в танк-охладитель, где оно охлаждается.

Устройство работы молокопровода состоит из нескольких этапов. Сначала к молокопроводу подключают доильные аппараты, доильные аппараты, в свою очередь, подсоединяют к вымени коров. Вымя коров обмывают и очищают непосредственно перед тем, как к нему подсоединят доильный аппарат. Далее, осуществляется сам процесс доения и транспортировка молока в молочный блок. При помощи счетчиков молока с каждой группы или отдельной коровы фиксируется размер надоя.

После этого, молоко необходимо подвергнуть фильтрации и отправить на хранение в танк-охладитель молока, где молоко хранится до его транспортировки на перерабатывающее предприятие.

По окончании процесса дойки молокопровод промывают, сначала устройство молокопровода промывают холодной водой, затем горячей (70 °С) с моющими средствами, а затем ополаскивают еще раз холодной водой.

Очистка и обеззараживание молока осуществляется в процессе доения под напором молока. Очистки молока может производиться как в однократном режиме, так и при большой загрязненности молока в многократном режиме для достижения требуемого качества. При соблюдении правил эксплуатации оборудования для очистки молока, качество на выходе молоко может быть и высшего сорта.

Принцип работы устройства молокопровода базируется на отсасывании молока из соска коровы доильным аппаратом в результате действия вакуума, который образуют вакуумные насосы.

Когда устройство молокопровода работает в режиме промывки, из автомата промывки (его бака) отсасывается моющая жидкость, которая проходит через доильные аппараты и промывает их, а затем через молочные трубы. Промывают молокопровод вручную или автоматически.

Фильтр предназначен для очистки молока от механических примесей и взвесей (до 98%) находящихся в молоке после дойки, продуктов мастита и

бактериальной обсемененности (до 60%). Фильтры молока представляют собой многослойную цилиндрическую конструкцию из спаянных полипропиленовых волокон белого цвета или же тканевые рукава. Фильтр устанавливается на любом участке технологической цепи доения, где молоко поступает под давлением (даже небольшим), не требует квалификации персонала для ее эксплуатации. Применяется как на небольших фермах, так и на крупных молокозаводах.

В производственной цепочке, танки для охлаждения молока являются необходимым элементом и потому широко применяются на больших и малых фермах, молокозаводах и молокоприемных пунктах.

Температура парного молока находится в пределах + 34..+36°C. Помимо посторонних веществ, которые надо отфильтровать, в нем присутствуют микроорганизмы, способные очень интенсивно размножаться.

Это большая проблема для животноводов, потому что из-за бактерий продукт быстро теряет товарные качества и прокисает, повышается кислотность и бактериальная обсемененность молока.

Вопрос решается понижением температуры сырья в течение трех часов после дойки до значений +2...+4°C. Для практической реализации требуются специальные танки. Они не только охлаждают молоко, но и поддерживают низкую температуру в течение 48-ми часов. Этого времени достаточно для того, чтобы доставить продукт на завод, с сохранением всех полезных свойств свежего молока.

Небольшие хозяйства обычно покупают открытые молочные охладители. Они дешевле закрытых и проще в эксплуатации. По скорости охлаждения принципиальной разницы между танками открытого и закрытого типа нет.

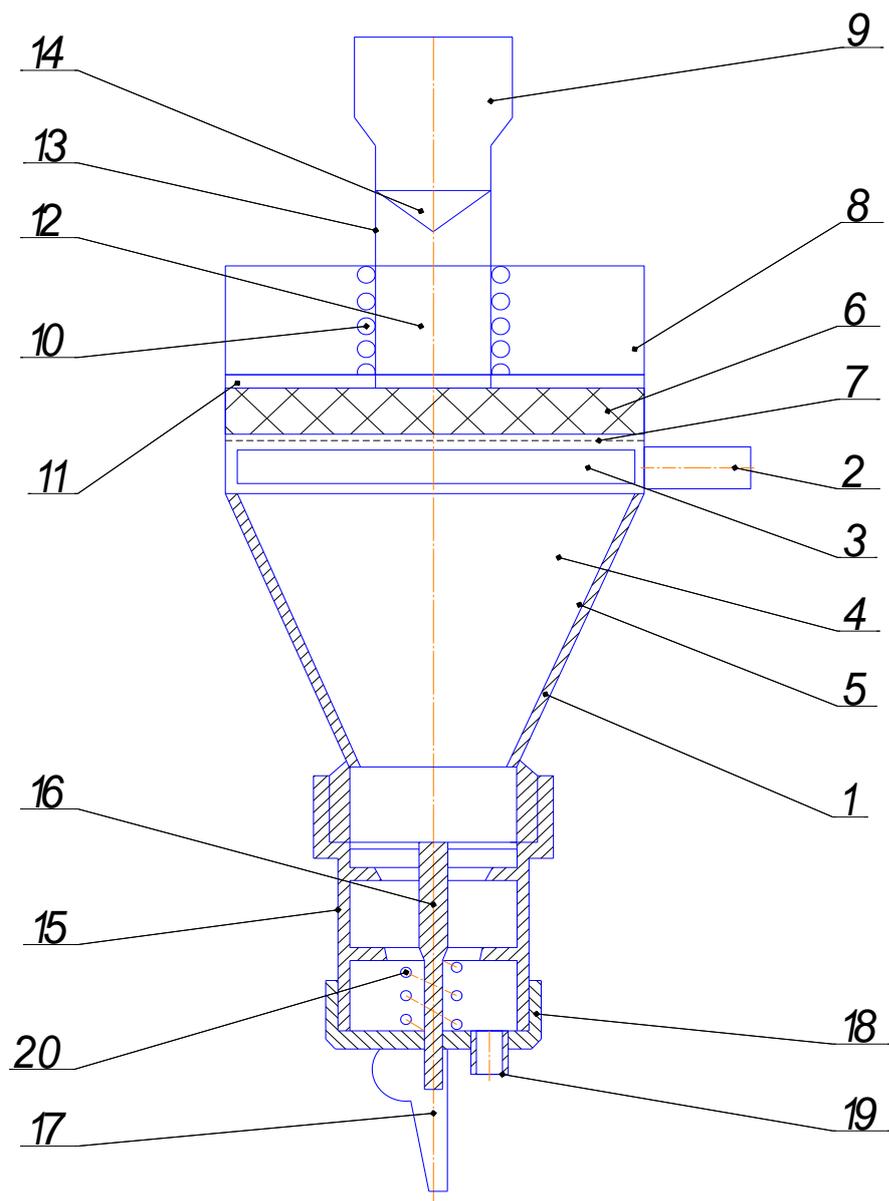
## **1.2 Обзор существующих конструкций для первичной обработки молока**

В молочной отрасли применяются разнообразные конструкции фильтров для механической очистки и охладители молока как отдельно, так и совмещенном виде. Технические средства для фильтрации от механических примесей применяются для увеличения срока хранения молока и соответственно к ним предъявляются следующие требования:

- 1) Очистка без изменения качества молока.
- 2) Высокая степень фильтрации и производительность.
- 3) Техническое средство должно быть унифицированным, простым в эксплуатации и долговечным.

Рассмотрим конструкцию и принцип работы фильтра-очистителя молока (Патент № 2454859) (рисунок 1.3).

Фильтр содержит корпус 1 конической формы с тангенциальным входным патрубком 2, на уровне которого смонтирована вращающаяся крыльчатка 3. В корпус 1 помещена тарелка 4 с ребрами, которые образуют направляющие камеры 5. В верхней части корпуса 1 имеются фильтрующий элемент 6 с сеткой 7 и насадка 8 с выходным патрубком 9. Между корпусом 1 и насадкой 8 размещена с возможностью перемещения под давлением молока или пружины 10 диафрагма 11 с вмонтированным в нее плунжером 12, который имеет выходные отверстия 13 и торцевую часть 14, выполненную в виде конуса. К нижней части корпуса 1 присоединен съемный цилиндрический отстойник 15 с вмонтированным в него клапанным блоком двухстороннего действия 16, управляемый с помощью поворотного рычага 17. Крышка 18 имеет грязеотводящий патрубок 19, через который грязевые отложения выводятся из отстойника 15 в сборную емкость или канализацию при установке поворотного рычага 17 в горизонтальное положение. При возвращении рычага 17 в исходное положение пружина 20 поднимает клапанный блок 16 в верхнее положение, обеспечивая повторное накопление загрязнений в отстойнике 15.



1 – Корпус; 2,9 – Патрубок; 3 – Крыльчатка; 4 – Ребра; 5 – Камера; 6 – Фильтр;  
 7 – Сетка; 8 – Резервуар; 11 – диафрагма; 12 – Плунжер; 13 – Отверстие; 14 – Клапан;  
 15 – Отстойник; 16 – Шток; 17 – Отсекатель; 18 - Гайка; 19 – Сливное окно

Рисунок 1.3 – Конструкция фильтра очистителя молока (Патент № 2454859)

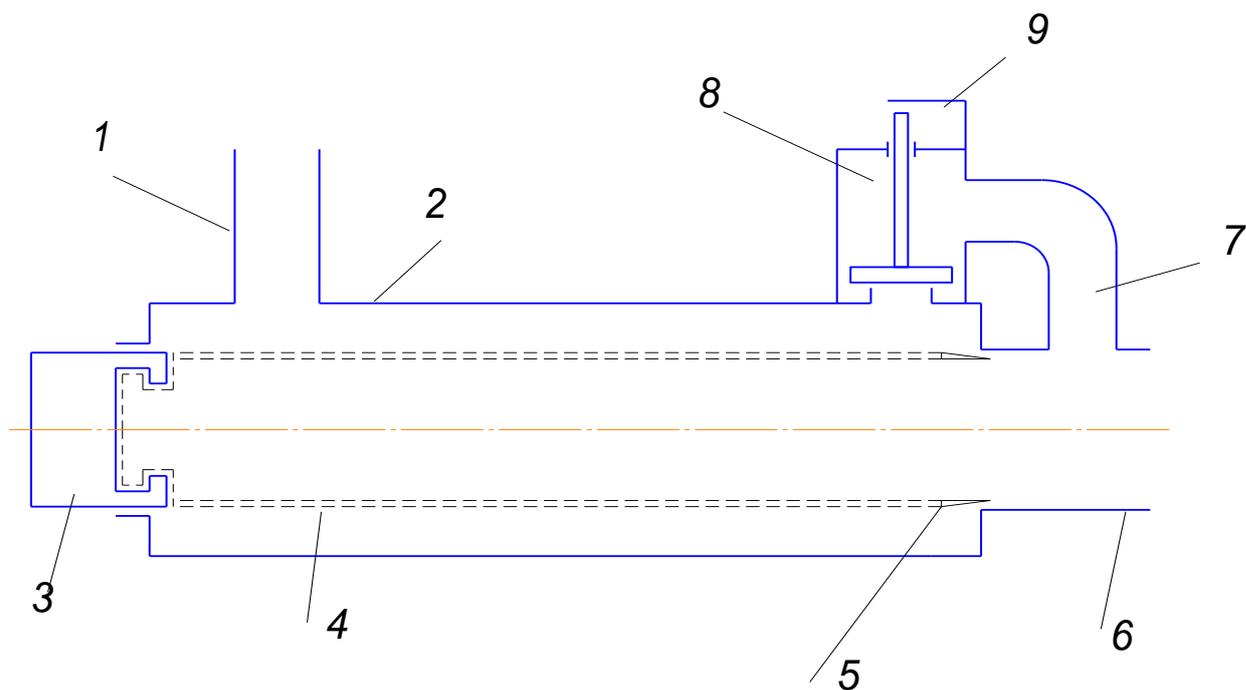
Молочный фильтр работает следующим образом. При подаче молока, молочным насосом через входной патрубок 2 поступает в корпус 1 и проходит через сетку 7, где задерживаются крупные частицы (1-я ступень очистки), и фильтрующий элемент 6, в которой очищается

окончательно (2-я ступень очистки). Тангенциальный подвод молока в корпус 1 вынуждает вращаться крыльчаткам 3, лопасти которых смещают с сетки 7 крупные механические примеси к периферии корпуса 1, откуда они по направляющим 5 между внутренней поверхностью корпуса 1 и наружной поверхностью тарелки с наружными ребрами 4 продвигаются и оседают в цилиндрическом отстойнике 15. Следовательно, крупные механические примеси загрязнений постоянно отводятся в цилиндрический отстойник 15, тем самым не подвергаются воздействию последующего потока молока. Молоко, проходящее через элемент фильтрации 6, поступает в плунжер 12, после, из-за давления обеспечивается подъем плунжера вместе с диафрагмой в верхнее положение, тем самым обеспечивается вход выходных отверстий 13 в расширенную полость выходного патрубка 9 и выходу молока из фильтра с минимальным изменением направления движения молока и исключением механических воздействий на него, чему также способствует торцевая часть 14 плунжера 12, выполненная в виде конуса. При прекращении подачи молока диафрагма 11 возвращается в исходное положение под действием пружины 10 и при выходе через выходные отверстия 13 плунжера 12 из расширенной части выходного патрубка 9 выдавливает часть молока в обратном направлении, которое, проходя через фильтрующий элемент 6 и сетку 7, смывает с них удержанные частицы загрязнений, которые попадают в полость тарелки с наружными ребрами 4 и далее в съемный цилиндрический отстойник 15. Таким образом, происходит непрерывное и автоматическое очищение фильтрующего элемента 6 и сетки 7 от загрязнений при работе фильтра молочного двухступенчатого. Наличие первой ступени очистки молока от крупных механических включений с постоянным их отводом и сбором в съемном цилиндрическом отстойнике 15 снижает нагрузку на фильтрующий элемент 6.

Рассмотрев конструкцию можно сделать выводы, что данное устройство имеет сложную конструкцию, обладает высокой стоимостью и низкой эксплуатационной надежностью из-за большого количества

комплектующих при неудовлетворительном качестве очистки жидкости от мелких частиц.

Рассмотрим и проанализируем следующую конструкцию фильтра-очистителя (рисунок 1.4). Фильтр-очиститель содержит круглый корпус с входными и выходными патрубками, которые соединяются с вакуумметрическим проводом доильной установки. Сетка очистки расположена внутри корпуса фильтра-очистителя. В конструкции имеется системы с сигнализирующим устройством и предохранительным клапаном. Система сигнализации и предохранительный клапан работают тогда, когда фильтр забивается, и давление внутри конструкции увеличивается. При повышении давления открывается клапан предохранительный, и продукт, минуя сетку, проходит дальше через молокопровод для последующего охлаждения.



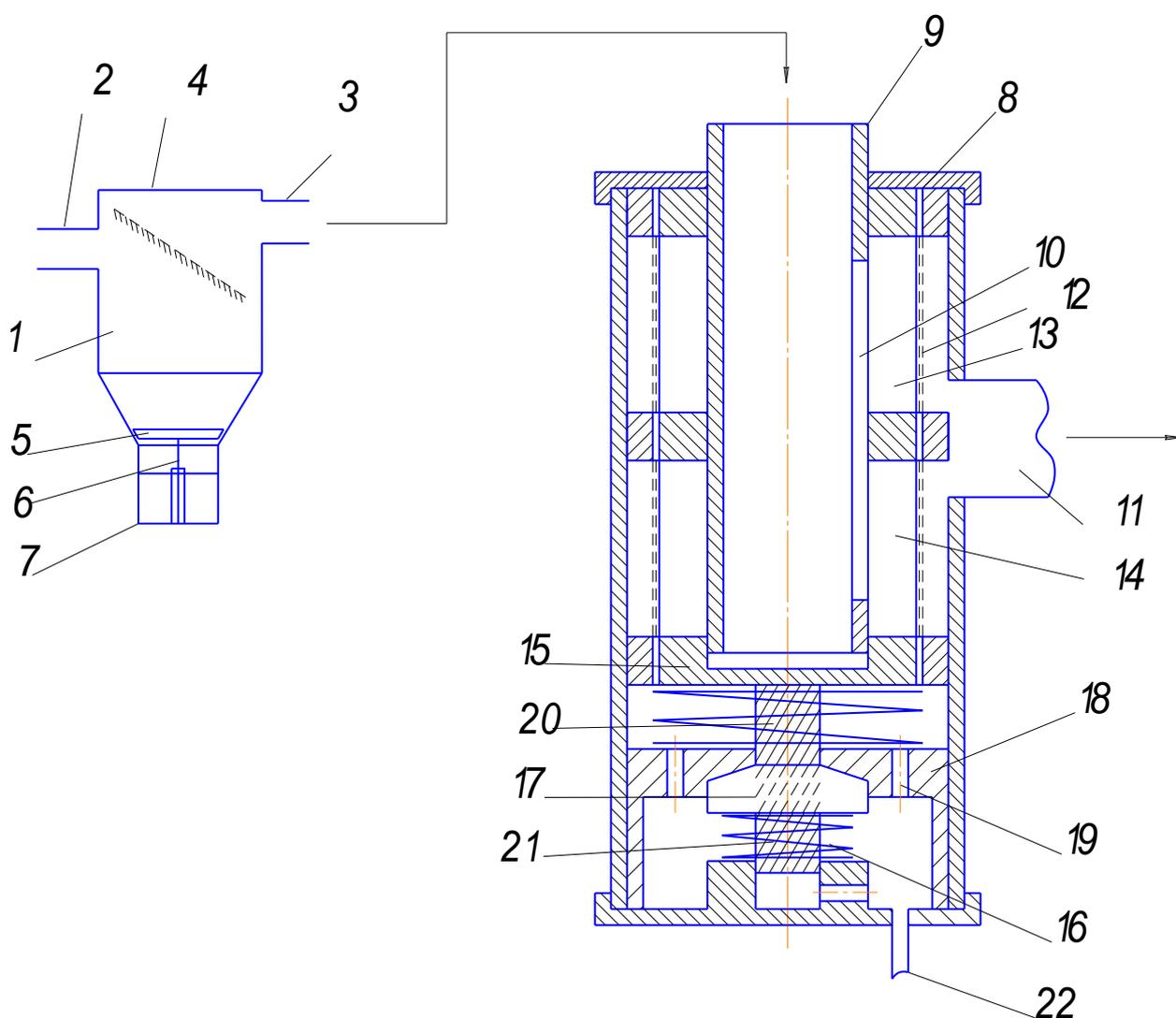
1-Патрубок; 2- Корпус; 3-Заглушка; 4-Сетка; 5- Прокладка; 6-Выходной Патрубок; 7- Циркуляционный Патрубок; 8-Предохранительный Клапан; 9- Контакт Сигнализации

Рисунок 1.4 – Конструкция молочного фильтра

Рассмотрев конструкцию можно сделать выводы, что данное техническое решение имеет ряд недостатков. При забивании сетки

открывается клапан 8 и смывает накопленную грязь вместе молоком в общий поток молока, тем самым резко ухудшается качество молока.

Проанализируем следующую конструкцию фильтра-очистителя (рисунок 1.5), которая имеет две ступени очистки: 1-ая ступень грубой очистки и 2-ая тонкой очистки. Вторая ступень имеет отдельный корпус со щелью, где размещено колесо с ребрами. Ребра образуют отдельные части с сеткой в целях тонкой очистки. Данное техническое решение имеет сложную конструкцию, высокую степень обслуживания, т.е. высокую трудоемкость при эксплуатации.

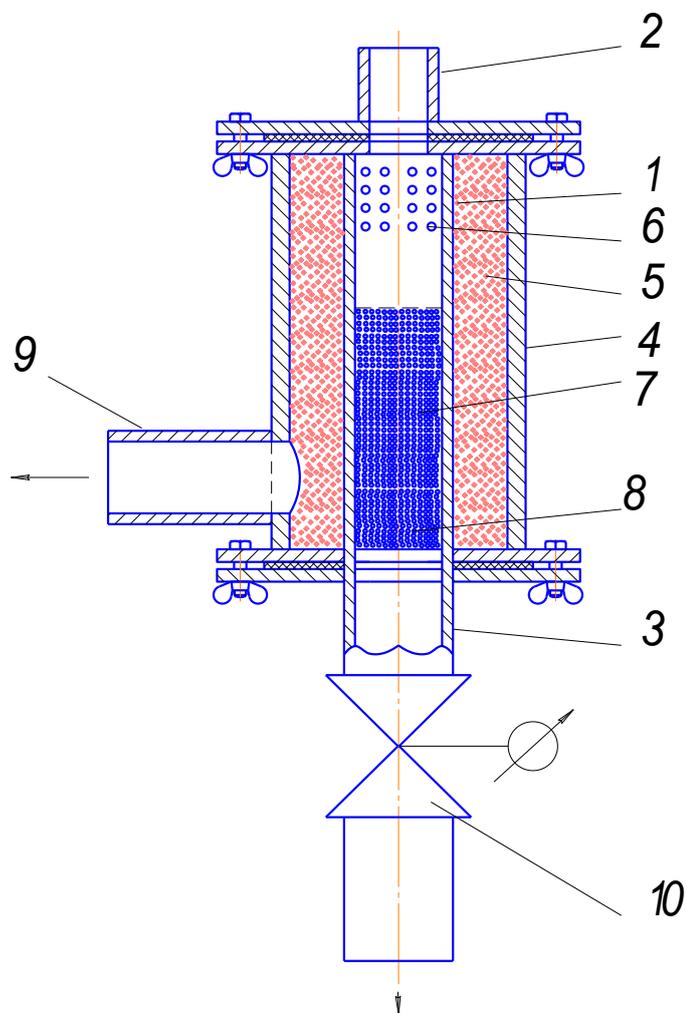


1-Молокоприемник; 2-Патрубок подачи молока; 3- Патрубок выхода молока; 4-Фильтр первой ступени; 5 - Клапан; 6-Жиглер; 7-Сливной патрубок для примесей; 8-Корпус фильтра; 9-Камера; 10-Паз; 11-Патрубок;

12-Фильтрующая сетка; 13,14-Камера очистки; 15-Поршень; 16-Шток; 17-Фиксатор; 18-Опора; 19-Сливное отверстие; 20,21-Стойки; 22-Сливное окно.

Рисунок 1.5 – Фильтр-очиститель молока с двойной степенью очистки

Следующее техническое решение (рисунок 1.6) может использоваться в системах доильных установок при доении в молокопровод.



1-Трубка; 2-Патрубок подвода; 3-Патрубок выпуска; 4-Корпус конструкции;

5-Фильтр первой ступени; 6-Перфоированная поверхность; 7- Сетка; 8- Фильтр второй ступени; 9-Патрубок готового сырья; 10-Кран.

Рисунок 1.6 – Устройство фильтра-охладителя молока.

Фильтр-охладитель молока состоит из корпуса 4, где размещен фильтр первой ступени. Камера 1-й ступени сообщена с полостью внутреннего корпуса через щели. В нижней части внутреннего корпуса размешены перегородки сетчатые, в котором находится фильтр 2-й ступени. На

выпускном патрубке 3 установлен кран для подачи воды. Проточная вода используется для охлаждения поступающего молока из молокопровода доильных установок.

### **1.3 Цели и задачи проектирования**

Анализ имеющейся информации показывает, что существующие конструкции имеют значительные недостатки: сложные конструкции, обладает высокой стоимостью и низкой эксплуатационной надежностью, неудовлетворительное качество очистки молока от мелких примесей.

Развитие отечественного молочного оборудования требует решения следующих задач:

- снизить стоимость конструкций;
- повысить качество фильтрации;
- повысить надежность фильтров.

Решение поставленных задач предусматривает разработку и применение новых технических решений, направленных на оптимизацию процесса первичной обработки молока

## **2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

## **2.1 Выбор и обоснование новой технологии первичной обработки молока**

В технологию первичной обработки молока входят такие процессы как: очистка (фльтрация), охлаждение, также хранение молока. Обработка молока направлена на повышение качества свежесвыдоенного молока. Очистку от механических примесей производят фильтрами или же сепараторами-очистителями. Используя электрический привод, производители увеличивают себестоимость обработанного молока.

При обработке, температуру молока доводят до  $4...8^{\circ}\text{C}$ , тем самым сохраняя его полезные бактерии. Для охлаждения используют охладители и холодильные агрегаты. По международными требованиями, молоко необходимо охладить до  $15^{\circ}\text{C}$ , если молоко идет на переработку в течение 4 часов после дойки; до  $10^{\circ}\text{C}$ , направляется на переработку не позже 24 часов после дойки; до  $4^{\circ}\text{C}$ , если молоко хранится на ферме свыше суток.

Для получения высококачественного сырья молока необходимо обеспечивать стерильность помещений где содержатся дойные коровы, доильных машин и оборудования. Для получения необходимого результата нужно проводить дезинфекцию, обеззараживание машин и оборудования, также необходимо соблюдать режимы мойки, с правильным подбором моюще-дезинфицирующих средств. При использовании технологии доения в ведро, необходимо дополнительно ополаскивать емкости, доильные аппараты теплой водой, потому что в них быстро развивается патогенная микрофлора.

При охлаждении свежесвыдоенного молока используются два способа охлаждения: косвенное и прямое.

Прямой способ охлаждения является самым распространенным. Охлаждение осуществляется следующим образом. На дно резервуаров охлаждения устанавливают испаритель, по причине быстрой теплопередачи хладагенту. Работа осуществляется по принципу холодильника.

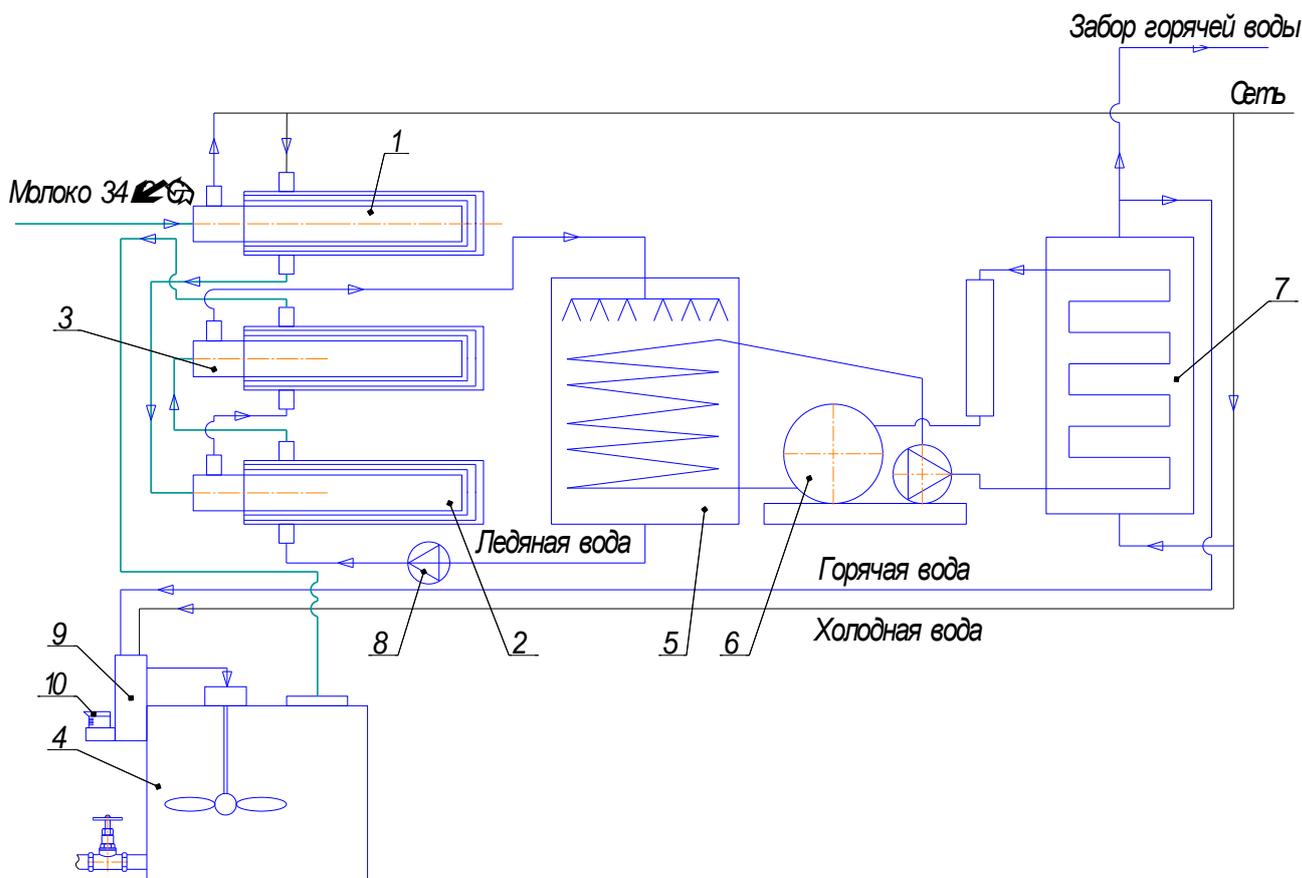
Преимуществами данной технологии являются простота и дешевизна машин и оборудования. Но у этой технологии есть и недостатки, а именно для работы холодильной машины нужна постоянная работа компрессора и специальных мешалок случается даже замораживание продукта на поверхности холодильного оборудования. Поэтому напрямую сказывается на качестве молока при охлаждении.

При использовании косвенного способа охлаждения есть возможность существенного снижения мощности компрессора и разделения по времени работы доильной установки и компрессора холодильной установки. Холодильная установка работает следующим образом. Испаритель размещен охлаждающую воду, где происходит передача холода замораживанием воды. Компрессор охладителя работает в более мягком режиме, режим и количество запуска двигателя соответственно сокращается, это ведет сокращению энергетических затрат на весь технологический процесс охлаждения. При этом время охлаждения молока до 4 °С достигается за 2,5...3,0 часа.

Для дополнительного снижения энергетических затрат в линию охлаждения нами предлагается внедрить новое техническое решение, которое будет использоваться не только для предварительного охлаждения но и фильтрацию молока. Молоко очищаясь через фильтрующий элемент, охлаждается проточной водой. Конечное охлаждение молока до 4...6 °С происходит в танках-охладителях. Согретая от молока проточная вода может использоваться как для выпойки животных, так и для мойки и ополаскивания молочного оборудования. Кроме этого, использование фильтра-очистителя молока с сокращает энергозатраты хозяйств, путем сокращения времени работы основных холодильных машин. Вследствие чего сокращается и технологическое время охлаждения молока.

Нами предлагается внедрить данную технологию первичной обработки молока. Комплекс машин и оборудования представлен на рисунке 2.1. Предлагаемая технология позволит устранить все вышеприведенные

недостатки предыдущих способов охлаждения путем равномерного, быстрого и эффективного охлаждения свежесвыянного молока.



- 1 –1-я ступень сепаратора-охладителя; 2 –2-я ступень сепаратора-охладителя;
- 3 - 3-я ступень сепаратора-охладителя; 4 – Танк-охладитель молока; 5 – Генератор ледяной воды; 6 – Компрессор; 7 – Емкость для аккумуляции холода;
- 8 – Электронасос;
- 9 – пульт управления танка-охладителя; 10 – Молокопробник.

Рисунок 2.3. – Предлагаемая технология первичной обработки молока

Входе разработки технологии охлаждения молока нами принята за основу принцип комбинированного охлаждения в потоке. Предлагаемая технология предполагает обработку молока в три этапа. На первом этапе молоко охлаждается проточной водой доходя до 23 °С примерно за 10...15 сек., на втором и третьем этапах в качестве хладоносителя используется

ледяная вода температурой  $0,5 \pm 0,5$  °С. Общее время охлаждения молока до 4...6 °С будет составлять 1,5 минуты. За счет быстрого охлаждения, натуральные свойства молока сохраняются, это позволит хранить сырье без изменения свойств до 3-х суток. Во время эксплуатации предлагаемая технология обеспечит не только нагрев проточной воды для санитарно-бытовых нужд, но и для выпойки животных и мытья молочного оборудования. Весь технологическая линия будет потреблять не более 12,5 кВт.

Технологическая линия первичной обработки может использоваться как в молочно-товарных фермах, где сбор молока достигает до 5 тонн в сутки при доении в молокопровод. Если в хозяйствах решили увеличить поголовье молочного скота, то комплекс обеспечивает охлаждение и большего количества молока, для этого нужно увеличить объемы намораживаемого льда и установить циркуляционные насосы большей производительности.

Основными преимуществами предлагаемой технологии первичной обработки молока являются:

1. Отсутствие термошока, характерное для всех танков-охладителей;
2. Возможность работать на 2 и более изотермические емкости, запитываясь холодом от одного генератора ледяной воды;
3. Снижение энергозатрат в 3...6 раз;
4. При аварийном отказе танков-охладителей достаточно охладителей первой ступени, работающих на проточной холодной воде;
5. Емкость изотермического типа для хранения молока может располагаться в дополнительных помещениях, даже на улице;
6. Возможность изменения существующих технологий по одно- или двухступенчатой схеме. Индивидуальный подход к доукомплектации для абсолютно разных животноводческих комплексов в зависимости от уже имеющегося в хозяйствах оборудования, его унификация по производительности, гибкость производства.

При внедрении новой технологии первичной обработки молока хозяйства получают не только высокого сорта молочную продукцию, но и сократятся энергетические затраты.

## 2.2 Расчет технологической линии первичной обработки молока

Для технологического расчета будем использовать характеристики доильной установки АДМ-8А с способом доения в молокопровод.

Для определения суточного надоя молока на одну корову будем рассчитывать по формуле:

$$G_{\text{сут}} = \frac{P_p}{300} \quad (2.1)$$

где:  $P_p$ - среднегодовой удой молока одной коровы, кг;

300 – продолжительность лактационного периода.

$$G_{\text{сут}} = \frac{4800}{300} = 16 \text{ кг}$$

Расчитываем среднюю потребность в операторах машинного доения по формуле:

$$K_0 = \frac{m_d \cdot \tau_p}{60 \cdot \tau_d} \quad (2.2)$$

где:  $m_d$  – количество дойных коров, гол;

$\tau_p$  – затраты ручного труда на процесс доения для одной коровы,  
 $\tau_p=1,5 \dots 2$  мин.;

$\tau_d$  – время дойки полного стада,  $\tau_d=2 \dots 3$  ч;

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

Следовательно принимаем  $K_0=2$  человека.

Определяем количество доильных аппаратов  $K_a$ , которые обслуживает одна доярка по формуле:

$$K_a = \frac{\tau_n}{\tau_p} + 1 \quad (2.3)$$

где:  $\tau_n$  – время доения одной коровы,  $\tau_n=3 \dots 6$  мин.

$$K_a = \frac{6}{1,5} + 1 = 5шт$$

Определяем производительность оператора машинного доения по формуле:

$$Q = 60/\tau_p \quad (2.4)$$

где:  $\tau_p$  – затраты ручного труда оператора машинного доения,  $\tau_p = 1,5 \dots 2$  мин.

$$Q = 60/1,5 = 40 \text{ коров}$$

Рассчитаем производительность одной доильной установки по формуле:

$$Q = \frac{60 \cdot K_0}{\tau_p} \quad (2.5)$$

где:  $K_0$  – количество операторов для обслуживания доильной установки, чел:

$$Q = \frac{60 \cdot 2}{1,5} = 80 \text{ коров на один час.}$$

Молоко поступающее с доильных аппаратов подлежит немедленной фильтрации и охлаждению. Время первичной обработки напрямую зависит от производительности технологической линии. Для увеличения производительности технологии нужна согласованность машин и оборудования по производительности всей технологической цепочки.

Рассчитаем производительность  $Q$  (кг/ч) технологии первичной обработки молока по формуле:

$$Q_n = \frac{c \cdot k \cdot y}{365 \cdot K_p \cdot \tau_d} \quad (2.6)$$

где:  $c$  – коэффициент поступления свежесвыдаенного молока,  $c = 1,2 \dots 1,5$ , [4].

$k$  – количество дойных коров, гол;

$y$  – среднегодовой удой, кг/год;

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

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

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

Рассчитаем вместимость грязевого пространства очистителя-охладителя по формуле:

$$V_{\text{гряз}} = \frac{P \cdot Q_n' \cdot \tau}{100} \quad (2.7)$$

где: P – процент отложения грязи и слизи от общего проницаемого молока,  $P=0,03...0,06$ ;

$\tau$  – длительность работы очистителя-охладителя без промывки,  $\tau = 2...32$ ;

Пропускная способность очистителя-охладителя определяется из выражения:

$$Q_n' = Q_n / \rho \quad (2.8)$$

где:  $\rho$  – плотность молока,  $\rho=1,03$  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 увеличения сохранности молока, необходимо доводить его до температуры  $4...6$  °С, тем самым, качество обработанного молока зависит не только от эффективности работы очистителя-охладителя молока, но и от умения эксплуатировать доильные установки и машины и оборудование для первичной обработки молока.

### **2.3 Организационно-технические мероприятия по обеспечению условий труда на производстве**

Для обеспечения безопасности условий и охраны труда необходимо:

- ежегодно контролировать в отделе кадров назначения должностных лиц, руководителей участков, ответственных за состояние и организацию труда, предупреждению аварийных ситуаций;

- внедрить систему контроля и учета за правилами приема на работу и оформлением контракта в соответствии с новым законодательством о труде;

- контролировать проведение предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров (обследований) работников по их просьбам в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ними места работы (должности) и среднего заработка на время прохождения указанных медосмотров;

- не допускать работников к выполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медосмотров в случае медицинских противопоказаний;

- разработать систему обучения безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочих местах работников и проверку их знаний требований охраны труда;

- информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения здоровья и полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;

- контролировать приобретения за счет средств предприятия и выдачу специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты, смазывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами работникам, занятым на работах выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением;

- произвести расчёт заземления молочного блока.

В коровнике установим искусственное освещение. Расчет ведем методом нахождения коэффициента использования светового потока ламп, обеспечивающего заданную освещенность горизонтальной поверхности при общем равномерном освещении с учетом света, отраженного стенами и потолком.

Расчет проводим по формуле [13]:

$$E_{\min} = \frac{F_n \cdot n \cdot \eta \cdot Z}{S \cdot \kappa},$$

где  $E_{\min}$  - нормируемая освещенность, лк;

$F_n$  - световой поток одной лампы, лм;

$\eta$  - коэффициент использования светильника относительно данной плоскости;

$Z$  - коэффициент неравномерности освещения;

$n$  - количество ламп;

$S$  - площадь пола освещаемого помещения, м<sup>2</sup>;

$\kappa$  - коэффициент запаса.

Из формулы (4.4) найдем световой поток одной лампы:

$$F_n = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot \kappa}{n \cdot \eta \cdot Z},$$

Принимаем данное размещение светильников, тип светильников «сельскохозяйственный». По справочным расчетным данным:  $E_{\min} = 50$  лк;  $S = 576$  м<sup>2</sup>;  $\kappa = 2$ ;  $\eta = 0,5$ ;  $Z = 0,9$ ;  $n = 50,0$  [13].

Подставив данные, получим:

$$F_n = \frac{50 \cdot 576 \cdot 2}{50 \cdot 0,5 \cdot 0,9} = 2560 \text{ лм.}$$

Из справочных данных [13] по световому потоку находим мощность источника. Она составит 200 Вт – для ламп накаливания.

#### *Экологическая безопасность на производстве*

Всего за одно столетие темпы роста экономики возросли в сотни раз. Это сопровождалось невиданным ростом народонаселения, которое увеличилось в 6 раз по сравнению с началом XX века. Основной и единственный источник этого роста - природные ресурсы, биоресурсы, природа Земли, которые оказались невозполнимыми.

В процессе производственной деятельности человеческое общество создаёт совершенно новые для природы вещества, но специфика человеческого общества состоит в том, чтобы происходил процесс развития, что не всегда отвечает требованиям экологии. Человек все больше высвобождается из-под прямой зависимости от природной среды и все больше увеличивает воздействие на неё.

В эпоху научно - технического прогресса воздействие человека на биосферу, её структуру и энергетику стало всеохватывающим. В процессе производственной деятельности происходит естественный процесс изъятия из природы необходимых веществ, природных ресурсов и т.д. Одновременно нарастает выброс в атмосферу отходов промышленности. Происходит процесс перестраивания природы под нужды человека. Нарастает загрязнение окружающей среды, увеличивается площадь земель, подверженных водной и ветровой эрозии, засоление почв, сокращаются площади лесов, исчезают некоторые виды растений и животных и наконец, возникает угроза исчезновения человечества в результате экологической катастрофы.

Всё это привело к необходимости принятия мер по охране природы. Охрана природы - это плановая система международных мероприятий, направленных на рациональное использование, охрану и восстановление природных ресурсов, на защиту окружающей среды от загрязнения, создания оптимальных условий существования человеческого общества.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются котельные небольшой мощности, работающие на дровах, и животноводческие фермы. Загрязняющие вещества выбрасываются в атмосферу от вспомогательных производств (от двигателей автомашин и тракторов на стоянке, от заточных станков, электросварки, склада ТСМ, зерносушилок и деревообрабатывающих станков). Аварийных и залповых выбросов на предприятии нет.

Санитарно-защитные зоны от источников выбросов загрязняющих веществ согласно Сан ПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 соблюдаются (для ферм КРС - 300 м, для гаражей и парков по ремонту, хранению автомобилей и сельхозтехники - 100 м, складов ТСМ - 100 м, зерносушилок - 50 м).

Большое влияние на состояние окружающей среды оказывают отходы производства. Отрицательное воздействие отходов на окружающую среду общеизвестно и при нарушении природоохранного законодательства приводит к изменению состава почв, загрязнению поверхностных и подземных вод, атмосферы, создает эпидемиологическую опасность.

Большую угрозу для окружающей среды и здоровья людей представляют опасные отходы, которые могут содержать токсичных и вредных веществ в десятки и сотни раз больше допустимых норм.

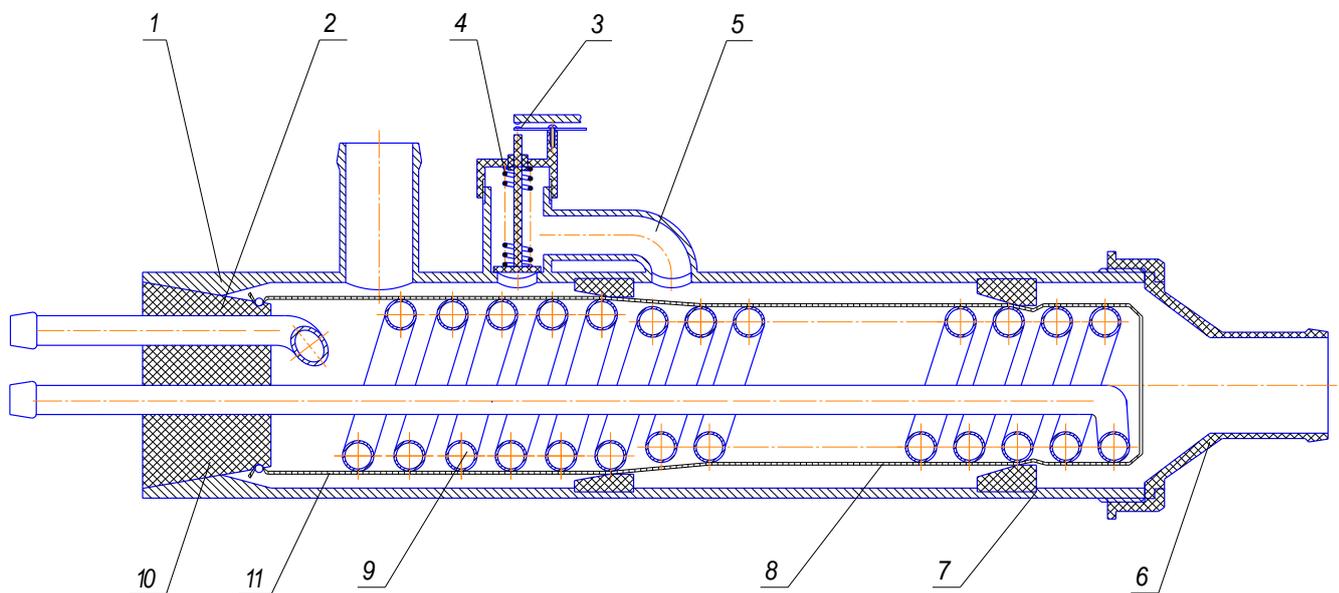
Негативное влияние отходов на природную среду снижается с увеличением объёмов их переработки или при повторном использовании в качестве сырья. Однако, в настоящее время перерабатываются только такие виды отходов, которые не требуют капитальных вложений на строительство специальных производств или коренного изменения технологии производства.

В числе факторов, оказывающих наибольшее сдерживающее воздействие на процесс сокращения объёмов образования отходов производства и на увеличение объёмов их переработки, следует выделить отсутствие технологического оборудования и медленный переход к использованию малоотходных технологий.

### 3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Выбор и обоснование новой конструкции очистителя-охладителя молока

В процессе анализ существующих конструкций для очистки и охлаждения молока нами предлагается новая конструкция (рисунок 3.1), которая лишена тех недостатков, которые имеют старые конструкции. Нами предлагается объединить два процесса: фильтрацию и охлаждение молока водой.



1-Корпус; 2-Штуцер; 3-Сигнализирующая система; 4- Клапан предохранительный; 5-Циркуляционный канал; 6-Патрубок выхода готовой продукции; 7,8-Уплотнители; 9-Змеевик для проточной воды; 10- Заглушка; 11-Фильтр.

Рисунок 3.1 – Предлагаемая конструкция очистителя-охладителя молока

Фильтр-охладитель работает следующим образом. Молоко из доильных аппаратов через молокопровод поступает в входной патрубок, образованную полостью корпуса 1. В полости корпуса, молоко, проходя

через фильтр 11, очищается от примесей механического типа, после соприкасается поверхностью змеевика 9. Через полость змеевика 9 проходит проточная вода. Молоко, проходя через змеевик, охлаждается и проходит еще раз через фильтр 11, очищаясь, таким образом, еще и от мелких механических примесей (содержаний).

При длительной обработке молока через фильтр-охладитель, слой механических примесей (осадка) на нем увеличивается, в следствии чего возрастает гидравлическое сопротивление фильтра и молоко перестает проходить через первую зону фильтра. После, молоко начинает приподнимать клапан 4 и через обводной патрубков 5 перетекает во вторую зону, фильтруется, охлаждается, а также повторно фильтруется в третьей зоне и вытекает из выходного патрубка 6. Поршень со штоком клапана 4, поднимаясь, замыкает контакты 3 и подается звуковой или световой сигнал, сообщающий о необходимости замены фильтрующего элемента.

### **3.3 Конструктивный расчет предлагаемой конструкции очистителя-охладителя молока**

Змеевик представлен в виде полого цилиндра, изготовленного из пищевой нержавеющей стали. Расчетная схема змеевика представлена на рисунке 3.2.

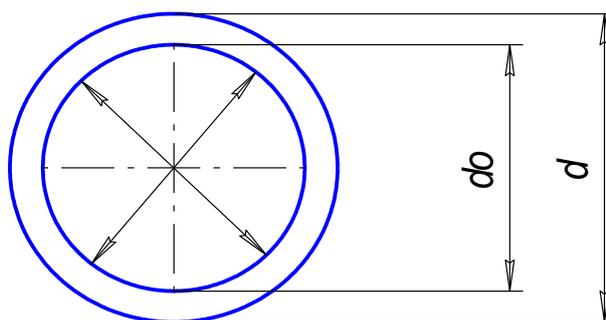


Рисунок 3.2 - Расчетная схема

Нормальные напряжения, возникающие в сечении определяем по формуле:

$$\sigma = \frac{M_x}{I_x} \cdot I, \quad (3.1)$$

где  $M_x$  – момент изгибающий, Н·м;

$I_x$  –инерционный момент, м<sup>4</sup>;

$I$  – расстояние от нейтральной оси до точки, в которой вычисляются нормальные напряжения, м.

Нормальное напряжение, с учетом момента сопротивления  $W_x$ , определяем по формуле:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x}, \quad (3.2)$$

Для кольца, момент сопротивления определяется из выражения:

$$W_x \approx 0,1d^3(1 - c^4), \quad (3.3)$$

где  $d_0$  –диаметр наружный, м;

$$c = d_0/d$$

где  $d$  – диаметр внутренний.

Вследствие чего нормальное напряжение определяем по формуле:

$$\sigma = \frac{M_x}{0,1d^3(1 - c^4)}, \quad (3.4)$$

При этом, внутренний диаметр определяется по формуле:

$$d = \sqrt[3]{\frac{\frac{M_x}{\sigma} + 0,1d_0}{0,1}}, \quad (3.5)$$

Для определения наружного диаметра используем следующую формулу:

$$S = \frac{\pi d_0}{2} \cdot l, \quad (3.6)$$

где  $l$  – полная длина трубки змеевика.

Поверхность корпуса охладителя определяем через уравнение теплового баланса:

$$S = \frac{G \cdot C \cdot (t_n - t_k)}{\kappa \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (3.7)$$

где  $G$  – количество охлаждающей жидкости, кг.;

$C$  – теплоемкость корпуса, Дж/кг·град;

$t_n$  – начальная температура молока, °С;

$t_k$  – конечная температура молока, °С;

$\Delta t_{cp}$  – усредненная логарифмическая разность температур;

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\max} - \Delta t_{\min}}{2.3 \lg \frac{\Delta t_{\max}}{\Delta t_{\min}}}; \quad (3.8)$$

где  $\Delta t_{\max}$  и  $\Delta t_{\min}$  – разность температуры между молоком и проточной водой в начале и конце процесса.

Расход жидкости для простого трубопровода определяется по формуле:

$$Q = \mu s \sqrt{2qH}; \quad (3.9)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода;

$s$  – площадь живого сечения, м<sup>2</sup>;

$q$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$H$  – напор, м.

Из закона неразрывности, расход жидкости можно определить по формуле:

$$Q = s \cdot v_{cp}, \quad (3.10)$$

где  $v_{cp}$  – средняя значение скорости движения охлаждающей жидкости, м/с.

Учитывая формулы (3.6),(3.7),(3.9),(3.10) получаем следующую зависимость:

$$\frac{G \cdot C \cdot (t_n - t_k)}{\kappa \cdot \Delta t_{cp}} \cdot v_{cp} = \mu \frac{d_0 \cdot \pi \cdot l}{2} \sqrt{2qH}$$

Из зависимости, выражаем наружный диаметр змеевика:

$$d_0 = \frac{2G \cdot C \cdot (t_n - t_k) \cdot V_{cp}}{\kappa \cdot \Delta t_{cp} \cdot \mu \pi l \sqrt{2gH}}, \quad (3.12)$$

После, находим значение наружного диаметра змеевика :

$$d_0 = \frac{2 \cdot 2000 \cdot 1,03(36 - 10) \cdot 0,45}{1111 \cdot 19,17 \cdot 0,03 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 12} = 0,0387 \text{ м}$$

Определяем давления на стенки корпуса фильтра-очистителя.

Давление определяем из выражения:

$$P = \frac{F}{S}; \quad (3.13)$$

где F – сила действующая, Н;

S – площадь, м<sup>2</sup>;

Вследствие чего определяем давление по формуле:

$$P = \gamma \cdot H; \quad (3.14)$$

где  $\gamma$  – удельный вес жидкости, Н/м<sup>3</sup>;

С учетом формулы (3.6) определяем силу:

$$F = \frac{\gamma \cdot H \cdot \pi \cdot d_0 \cdot l}{2}; \quad (3.15)$$

Момент при действии силы будет равен:

$$M = \frac{\gamma \cdot H \cdot \pi \cdot d_0 \cdot l}{4} \cdot \frac{l}{4}; \quad (3.16)$$

Совместив формулы (3.16) и (3.5) определим диаметр:

$$d = \sqrt[3]{\frac{\frac{\gamma \cdot H \cdot \pi \cdot d_0 \cdot l^2}{16} + 0,1d_0}{\frac{\sigma}{0,1}}}; \quad (3.17)$$

Подставив в формулу (3.17) переменные значения, находим значение d:

$$d = \sqrt[3]{\frac{10000 \cdot 12 \cdot 3,14 \cdot 0,0387 \cdot 0,4^2}{16 \cdot 120 \cdot 10^6} + 0,1 \cdot 0,0387}{0,1}} = 0,0712 \text{ м}$$

При подсчете геометрических параметров получили следующие данные:

- внутренний диаметр для охладителя потока молока  $d_0=38,7$  мм;
- внешний диаметр змеевика равен  $d=71,2$  мм.

Принимаем внутренний диаметр  $d_0=45$  мм, наружный диаметр  $d=75$  мм.

Змеевик-охладитель необходимо навивать трубкой с наружным диаметром  $d_{тр}=15$  мм. Толщину стенки принимаем в 1 мм (следовательно, внутренний диаметр трубки принимаем  $d_{0\text{ тр}}=13$  мм).

### **3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации фильтра-охладителя**

Для безопасной работы и для снижения несчастных случаев нужно соблюдать правила техники безопасности.

Требования техники безопасности при эксплуатации машин и оборудования для первичной обработки молока:

- оборудование не должны иметь заусенец и острых кромок;
- во время работы оборудования производить чистку, регулировку и смазку запрещено;
- уборка цеха осуществляется с использованием специализированного инвентаря: средств индивидуальной защиты, щеток и скребков;

К работе по обслуживанию линии первичной обработки молока допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие обучение, вводный и первичный на рабочем месте инструктажи по охране труда и имеющие первую квалификационную группу по электробезопасности.

Все рабочие после первичного инструктажа на рабочем месте и проверки знаний в течение не менее двух смен выполняют работу под наблюдением бригадира или наставника, после чего оформляется допуск их к самостоятельной работе.

Необходимо соблюдать правила внутреннего распорядка. Не допускается: присутствие в рабочей зоне посторонних лиц, распитие спиртных напитков и курение, работа в состоянии алкогольного и наркотического опьянения, а также работа в болезненном или утомленном состоянии.

На участке первичной обработки молока на работающих возможно воздействие опасных и вредных производственных факторов, по отношению к которым необходимо соблюдать меры предосторожности: движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования, термическая опасность (пар, горячая вода), повышенный уровень шума, повышенная подвижность воздуха, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенная влажность воздуха, скользкие полы, повышенные физические нагрузки, опасность поражения электрическим током, микроорганизмы, химическая опасность.

Спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты, выдаваемые работающим по установленным нормам, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов и технических условий, храниться в специально отведенных местах с соблюдением правил гигиены хранения и обслуживания и применяться в исправном состоянии в соответствии с назначением.

Необходимо знать и применять способы устранения опасностей и оказания доврачебной помощи пострадавшему.

В случае обнаружения отклонения от норм безопасности при аварии или травмировании известить руководство, начальника цеха или же бригады.

### **3.4 Физическая культура на производстве**

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения и увеличения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных

установок (мотористы, слесари, электрификаторы). 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 операторов кормоприготовительного цеха должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастика, спортивные игры и другие виды спорта.

### 3.5 Расчёт технико-экономических показателей конструкции

Проведем расчёт массы и стоимости фильтра-охладителя молока.

Масса фильтра-охладителя находим по формуле:

$$G = (G_K + G_T)k. \quad (3.18)$$

где  $G$  – масса фильтра-охладителя, кг;

$G_K$  – масса нестандартных изделий, кг;

$G_T$  – масса готовых изделий, кг,  $G_T = 2,5$ ;

$k$  – коэффициент, массу потраченных на изготовление конструкционных материалов.

Массы новых изделий предлагаемой конструкции привели в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Сводная таблица масс новых изделий предлагаемой конструкции

Наименование изделие	Объём детали, см <sup>3</sup>	Удельный вес, кг/см <sup>3</sup>	Масса детали, кг
Корпус	285	0,0006	4,950
Фильтр	860	0,0006	0,576
Спираль	1181	0,001	1,700
Уплотнительные элементы	380	0,001	0,5

Общую массу новых изделий предлагаемой конструкции определяем по формуле:

$$G_{\kappa} = (G_{\kappa.} + G_{\phi.} + G_c + G_{y.э.}), \quad (3.19)$$

где  $G_{\kappa.}$  – масса корпуса, кг;

$G_{\phi.}$  – масса фильтра, кг;

$G_c$  – масса спирали, кг;

$G_{y.э.}$  – масса уплотнительных элементов, кг;

Принимая во внимание, что  $G_{\kappa.}=4,95$  ,  $G_{\phi.}=0,576$ ,  $G_c= 1,7$ ,  $G_{y.э.}=0,5$ , определяем значения масс:

$$G_{\kappa} = (4,95 + 0,576 + 1,7 + 0,5) = 7,67 \text{ кг}$$

$$G = (7,67 + 98,5) \cdot 1,05 = 159 \text{ кг}$$

Балансовую стоимость предлагаемой конструкции определяем из выражения:

$$C_{\delta 1} = \frac{C_{\delta 0} \cdot G_1 \cdot \delta}{G_0}, \quad (3.20)$$

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

$G_0; G_1$  – массы существующей и предлагаемой конструкций, кг;

$\delta$  – коэффициент удешевления конструкции.

Принимая значения как  $C_{\delta 0}=38900$  руб;  $G_1=159$  кг,

$\delta = 0,9 \dots 0,95$  ,  $G_0=185$  кг получаем:

$$C_{\delta 1} = \frac{38900 \cdot 159 \cdot 0,9}{185} = 30089 \text{ руб.}$$

Определение эффективности технико-экономических показателей предлагаемой конструкций.

Часовую производительность конструкций определяем по формуле:

$$W_1 = 0,53 \text{ м}^3/\text{мин};$$

$$W_0 = 0,5 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

Энергоемкость первичной обработки молока [17,20] определяем:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_t}{W_r}, \quad (3.21)$$

где  $N_e$  – потребляемая мощность конструкции, кВт;

$W_r$  – производительность часовая, кг/ч.

Учитывая во внимание, что мощность  $N_e=0,27$  и производительность  $W_r=5300$ , находим энергоёмкость по формуле:

$$\mathcal{E}_0 = \frac{0,3}{5000} = 0,0006 \text{квт} \cdot \text{ч} / \text{кг},$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{0,27}{5300} = 0,0005 \text{квт} \cdot \text{ч} / \text{кг}.$$

Металлоёмкость производства нового оборудования [17,20] определяется по формуле:

$$M = \frac{G}{W_r \cdot T_{\text{год}} \cdot T_c}, \quad (3.22)$$

где  $G$  – масса новой конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$  – годовая загрузка фильтра-охладителя;

$T_c$  – полный срок службы фильтра-охладителя, лет.

Учитывая, что масса новой конструкции  $G_1=7,9$ , масса существующей конструкции  $G_0=6,85$ ,  $W_1=500$ ,  $W_0=500$ ,  $T_{\text{год}1,0}=1095$ ,

$T_{c1,0}=5$ , находим:

$$M_1 = \frac{159}{0.53 \cdot 1095 \cdot 5} = 0,05 \text{кг} / \text{т}$$

$$M_0 = \frac{185}{0.5 \cdot 1095 \cdot 5} = 0,06 \text{кг} / \text{т}.$$

Фондоёмкость определяем по формуле:

$$F = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.23)$$

где  $C_6$  – балансовая совместимость новой конструкции фильтра-охладителя, руб;

Из расчетов, что  $C_{61}=3008$ руб,  $C_{60}=2900$  руб, определяем по формуле:

$$F_1 = \frac{30089}{0.53 \cdot 1095} = 5 \text{ руб} / m$$

$$F_0 = \frac{38900}{0.5 \cdot 1095} = 7 \text{ руб} / m$$

Себестоимость существующего и нового технического решения [17,20] определяется по формуле:

$$S = C_{з.п.} + C_э + C_{рмо} + A, \quad (3.24)$$

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

$C_э$  – затраты на электроэнергию, руб/т;

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

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

$$C_{з.п.} = z \cdot T_e, \quad (3.25)$$

где  $z$  – тарифная ставка, руб;

$T_e$  – трудоёмкость, чел/т.

$$T_e = \frac{P_p}{W_r}, \quad (3.26)$$

$$T_{e0} = \frac{1}{0.5} = 0,2 \text{ руб} / m$$

$$T_{e1} = \frac{1}{0.53} = 0,18 \text{ руб} / m,$$

$$C_{з.п0} = 50 \cdot 0,2 = 10 \text{ ч} / m,$$

$$C_{з.п1} = 50 \cdot 0,18 = 9 \text{ ч} / m.$$

Расчитаем затраты на электроэнергию по формуле:

$$C_э = C_э \cdot Э_c, \quad (3.27)$$

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

$Э_c$  – потребляемая мощность, кВт·ч.

Принимая во внимание, что  $C_э=2.83$  руб,  $Э_{c0}=0,3$ ;  $Э_{c1}=0,27$ , находим

$$C_{30} = 2,83 \cdot 0,3 = 0,36 \text{ руб} / \text{м},$$

$$C_{31} = 2,83 \cdot 0,4 = 0,48 \text{ руб} / \text{м}.$$

Затраты на ремонт и текущее обслуживание конструкции [17,20] определяется по формуле:

$$C_{pmo} = \frac{C_{\bar{\sigma}} \cdot H_{pmo}}{100 \cdot W_z \cdot T_{zod}}, \quad (3.28)$$

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

$$C_{pmo0} = \frac{38900 \cdot 19,8}{100 \cdot 0,5 \cdot 1095} = 1,4 \text{ руб} / \text{м}$$

$$C_{pmo1} = \frac{30089 \cdot 19,8}{100 \cdot 0,53 \cdot 1095} = 1,1 \text{ руб} / \text{м}.$$

Амортизационные отчисления [17,20] определяем по формуле:

$$A = \frac{C_{\bar{\sigma}} \cdot a}{100 \cdot W_u \cdot T_{zod}}, \quad (3.29)$$

где  $a$  – норма амортизации, %.

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

$$A_0 = \frac{38900 \cdot 18}{100 \cdot 0,5 \cdot 1095} = 0,07 \text{ руб} / \text{м}$$

$$A_1 = \frac{30089 \cdot 18}{100 \cdot 0,53 \cdot 1095} = 0,06 \text{ руб} / \text{м}.$$

$$S_0 = 0,1 + 0,36 + 0,014 + 0,47 \text{ руб} / \text{м}$$

$$S_1 = 0,09 + 0,3 + 0,011 + 0,06 = 0,40 \text{ руб} / \text{м}.$$

Приведённые затраты на работу конструкции определяют по формуле:

$$C_{np} = S + E_n \cdot K = S + E_n \cdot F_t, \quad (3.30)$$

где  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

$K$  – удельные капитальные вложения или фондоемкость ф

Принимая, что  $E_n=0,15$  находим:

$$C_{прив0} = 0,23 + 0,15 \cdot 7 = 2.7 \text{ руб} / \text{т}$$

$$C_{прив1} = 0,20 + 0,15 \cdot 5 = 1.8 \text{ руб} / \text{т}.$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_0 - S_1) \cdot W_r \cdot T_{год}, \quad (3.31)$$

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

Принимая во внимание, что  $T_{год}=1095$ , находим:

$$\mathcal{E}_{год} = (0,23 - 0,20) \cdot 5.3 \cdot 1095 = 17410 \text{ руб}.$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{год} = (C_{прив0} - C_{прив1}) \cdot W_r \cdot T_{год}, \quad (3.32)$$

$$E_{год} = (0,027 - 0,018) \cdot 0.53 \cdot 1095 = 5223 \text{ руб}.$$

Срок окупаемости капитала вложений определяется по формуле:

$$T_{ок} = \frac{C_{б1}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.33)$$

$$T_{ок} = \frac{30089}{17410} = 1,7 \text{ года}.$$

Коэффициент эффективности капитала вложений определяется по формуле:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_{б}} = \frac{1}{T_{ок}}, \quad (3.34)$$

$$E_{эф} = \frac{1}{1,7} = 0,6$$

Таблица 3.2 – Сравнительные показатели эффективности очистителя-охладителя молока.

№	Наименование показателей	Ед. измер.	Базовой (исходной)	проектируемой
1.	Часовая производительность	т/ч	0,5	0,53
2.	Фондоёмкость процесса	руб/т	7	5
3.	Энергоёмкость процесса	кВт/т	0,06	0,05
4.	Металлоёмкость процесса	кг/т	0,006	0,005
5.	Трудоёмкость процесса	ч-ч/т	0,2	0,18
6.	Уровень эксплуатационных затрат	руб/т	1,4	1,1
7.	Уровень приведённых затрат	руб/т	2,7	1,8
8.	Годовая экономия	руб	-	17410
9.	Годовой экономический эффект	руб	-	5223
10.	Срок окупаемости капитала вложений	лет	-	1,7
11.	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	-	0,6

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Разработана новая технология качественного охлаждения молока и конструкция молочного фильтра-охладителя, которые можно эффективно использовать в процессе доения.

В нашем случае, когда многие предприятия имеют молочную направленность и основная прибыль идёт с продажи молока, использование нового технического решения для первичной обработки молока окажет положительное влияние на финансовое состояние предприятия. Кроме этого, внедрение конструкторской разработки позволит охлаждать молоко до температуры соответствующей ГОСТу Р 52054-2003, при соблюдении всех санитарных норм, при меньших энергозатратах.

Результаты расчётов подтверждают целесообразность применения предлагаемого фильтра-охладителя молока. В результате снижения энерго- и трудозатрат, и расходов на обслуживающий персонал произойдет снижение себестоимости продукции и повышение её качества.