

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 переработки молока с разработкой
творогоохладителя

Шифр ВКР.35.03.06.186.18.ТОС.00.00.ПЗ

Студент 244 группы _____ Сафиуллина Л.М.
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Лукманов Р.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 15 от «18» июня 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 Анализ традиционных отечественных и зарубежных технологий производства творога.....	
1.2 Анализ существующих конструкций	
1.3 Выводы по разделу	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Составление технологической схемы линии переработки творога	
2.2 Расчет производительности технологической линии производства творога	
2.3 Продуктовый расчет производства творога	
2.4 Расчет и подбор технологического оборудования.....	
2.5 Разработка объемно-планировочных решений и определение необходимой производственной площади творожного цеха	
2.6 Определение потребности в воде, паре, холоде, электроэнергии и расчет численности обслуживающего персонала.....	
2.7 Построение совмещенного графика организации технологических процессов и работы оборудования	
2.8 Описание технологического процесса производства творога	
2.9 Правила монтажа и эксплуатации технологического оборудования	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Требования, предъявляемые к конструкции охладителя	
3.2 Обоснование и краткое описание предлагаемой конструкции охладителя творога.....	
3.3 Тепловые, энергетические и прочностные расчеты охладителя творога	
3.3.1 Расчет подшипников скольжения.....	
3.3.2 Расчёт вала шнека.....	
3.3.3 Расчет резьбовых соединений конструкции.....	
3.4 Устройство, работа правила эксплуатации и регулировки предлагаемой конструкции охладителя творога.....	
3.5 Безопасность жизнедеятельности	
3.5.1 Разработка инструкции для оператора по безопасности труда	
3.6 Правила экологической эксплуатации	
3.7 Физическая культура на производстве.....	
3.8 Техничко-экономическая оценка конструкторской разработки	
3.7 Выводы по разделу	
ВЫВОДЫ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЯ	

ВВЕДЕНИЕ

Среди молочных продуктов, пользующихся все возрастающим спросом, ведущее место занимает творог, который считается незаменимым продуктом как для здоровых, так и для больных, как для детей, так и для стариков. Поэтому творог называется пищей, не знающей запретов.

Рост промышленного производства творога в бывшем СССР, а следовательно, и его потребление сменилось как кризисом пищевой промышленности, так и кризисом молочноперерабатывающей промышленности в частности.

Остается ненасыщенным огромный по своим объемам рынок потребления, который незамедлительно наполняется продуктами иностранного производства, продуктами ненатуральными, богатыми пищевыми красителями и консервантами.

И даже присутствие импортных молочных продуктов не решает проблемы обеспечения населения высококачественными продуктами питания, одним из которых является творог. Творог всегда был продуктом, пользующийся покупательским спросом. Так как творог относится к кисломолочной продукции, срок хранения которой, несмотря на все виды температурной обработки, остается коротким.

Творог является основным продуктом, с которым в организм человека поступает наибольшее количество кальция и его производных, калия, а также творог является наиболее благоприятным продуктом для нормального функционирования кишечника и его микрофлоры.

Возможность роста производства творога тесно связана с совершенствованием традиционных способов его получения, с механизацией технологических процессов.

На сегодняшний день в молочной отрасли становится актуальным программа реконструкции и технического перевооружения. Эти структурные изменения должны сопровождаться внедрением прогрессивной техники.

Отечественной промышленностью ставится задача необходимости создания и внедрения оборудования для операции фасования, упаковывания, хранения, доставки и холодильной обработки молочных продуктов.

В ВКР предложен аппарат для охлаждения творога с одновременным его измельчением, при использовании последнего для производства творожной массы.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в механизации технологического процесса холодильной обработки путем разработки нового вида технологического оборудования.

В процессе работы необходимо решить задачи:

- 1 Выполнить анализ существующих конструкции охладителей творога и традиционных отечественных и зарубежных технологий производства творога;
- 2 Выполнить расчет и подбор оборудования, на основании продуктового расчета ПТЛ производства творога;
- 3 Произвести технологические и прочностные расчеты конструкторской разработки;
- 4 Проанализировать безопасность и экологичность проекта;
- 5 Рассчитать экономическую эффективность предложенного технического решения.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Анализ традиционных отечественных и зарубежных технологий производства творога

В настоящее время известно много различных линий для производства творога периодическим способом. В связи с постоянным совершенствованием и развитием механизированных способов производства творога целесообразно будет рассмотреть лишь те линии, применение которых позволяет интенсифицировать производственный процесс.

Технологические линии производства творога, получившие наибольшее распространение описаны в литературе [1].

Нормализованное молоко (рис. 1.1), предназначенное для производства творога, из танка 1 через балансировочный бачок 2 насосом 3 подается в пастеризационную установку 5, работающую в комплексе с сепаратором – молокоочистителем 4.

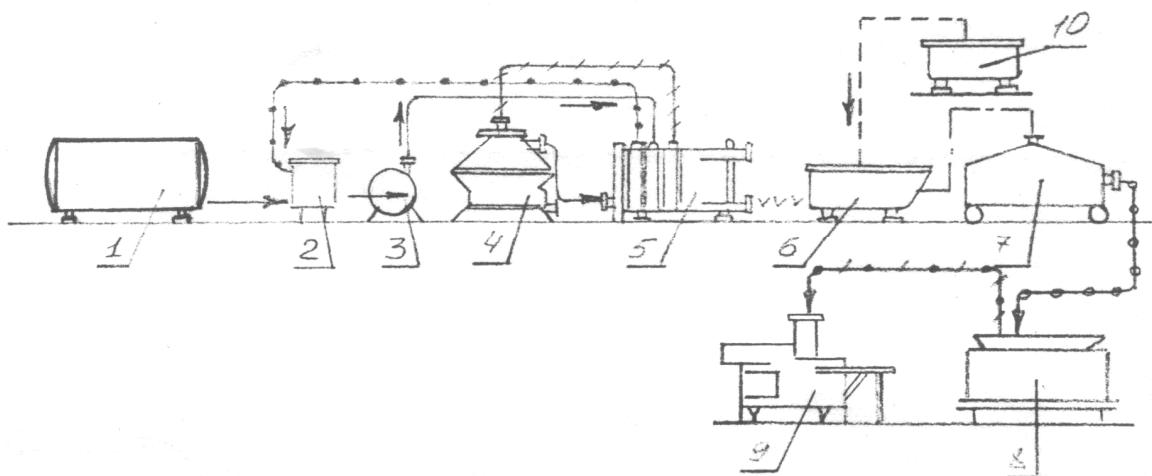
Очистка молока осуществляется после подогрева молока до оптимальной температуры очищения в секции пастеризации.

Очищенное и пастеризованное молоко, охлажденное до температуры сквашивания, из пастеризационной установки поступает в ванну 6, куда из заквасочника 10 подают закваску.

Творожный сгусток, разложенный в мешочки, помещают в пресс-тележку 7. По окончании прессования творог охлаждают на охладителе 8. Охлажденный творог расфасовывают на автомате 9.

Данная технологическая линия обеспечивает следующие способы получения сгустка:

На первом этапе в творожной ванне подквашивают молоко, на втором – в молоко через дозирующее устройство добавляют кислую ($180 - 210^0\text{T}$) сыворотку, что позволяет увеличить пропускную способность творожных ванн. Однако этот способ получения имеет недостаток. Получаемый творог имеет несколько загрубевшую консистенцию, в результате чего из такого творога нельзя вырабатывать творожные изделия.



1 - возврат недопастеризованного молока; 2 - подогретое молоко; 3 - нормализованное молоко; 4 - закваска; 5 - пастеризованное молоко; 6 - неохлажденный творог

Рисунок 1.1 - Линия для производства творога кислотно-сычужным способом

С целью механизации производства творога подобным образом на предприятиях Молдавии применяют технологию, основой которой являются творожные ванны, снабженные перфорированными вставками. После образования сгустка вставку поднимают тельфером, сыворотка стекает, а вставку с творогом опускают в ванну, в которой циркулирует охлажденное обезжиренное молоко или сыворотка.

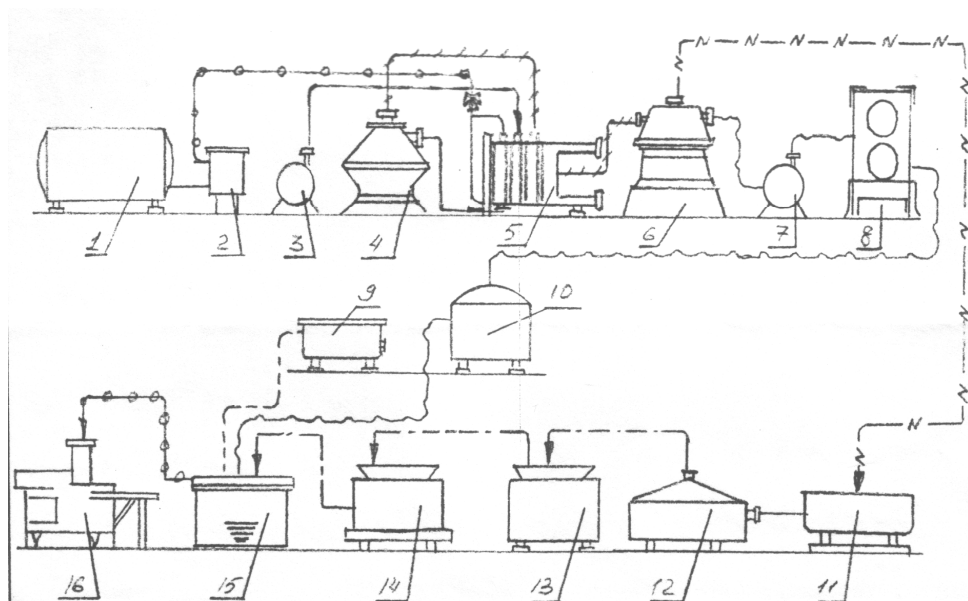
Затем вставку поднимают и после стекания жидкости опрокидывают под бункером, в котором шнек подает творог к насосу и далее на расфасовку.

Но такой способ обезвоживания тоже имеет свой недостаток, необходимо сильное отваривание (температура сгустка до 65°C , сыворотки до 70°C), что ухудшает консистенцию творога: продукт становится непригодным для изготовления сырково-творожных изделий.

Анализ производства творога в промышленности показывает, что наиболее эффективным и экономически выгодным является отдельный способ производства творога, предложенный ВНИМИ [1].

Производство творога отдельным способом можно осуществить, применяя как оборудование периодического действия, так и оборудование, позволяющее механизировать отдельные технологические операции.

На технологических линиях с оборудованием периодического действия процесс осуществляется следующим образом (рис. 1.2). Нормализованное сырое молоко из танка 1 через балансировочный бачок 2 насосом 3 подается в пастеризационно-охладительную установку. Из секции регенерации этой установки молоко поступает в сепаратор-молокоочиститель 4, откуда оно направляется в секцию растеризации пластинчатой установки 5. Далее пастеризованное молоко сначала поступает в секцию регенерации, а затем в сепаратор-сливкоотделитель 6. Полученные сливки направляются в промежуточный бачок 7, откуда она насосом 8 подаются в трубчатый охладитель 9 и затем в ванну 10.



1 - молоко нормализованное; 2 - молоко подогретое; 3 - молоко непастеризованное; 4 - закваска; 5 - обезжиренное пастеризованное молоко; 6 - творог

Рисунок 1.2 - Линия для производства творога отдельным способом:

Обезжиренное молоко поступает в ванну 11, куда подают закваску из заквасочника 13. Сгусток, разложенный в мешки, помещают в пресс-тележку 12. После прессования творог обрабатывают на вальцовочной машине 14. Затем

его охлаждают на охладителе и передают на месильную машину 15, куда поступают холодные сливки. Для фасовки готового продукта в линии предусмотрен автомат 16.

При производстве творога раздельным способом с применением творогоизготовителя с прессующими ваннами и дозатора-смесителя для обезжиренного творога и сливок принята следующая технология (рис. 1.3.).

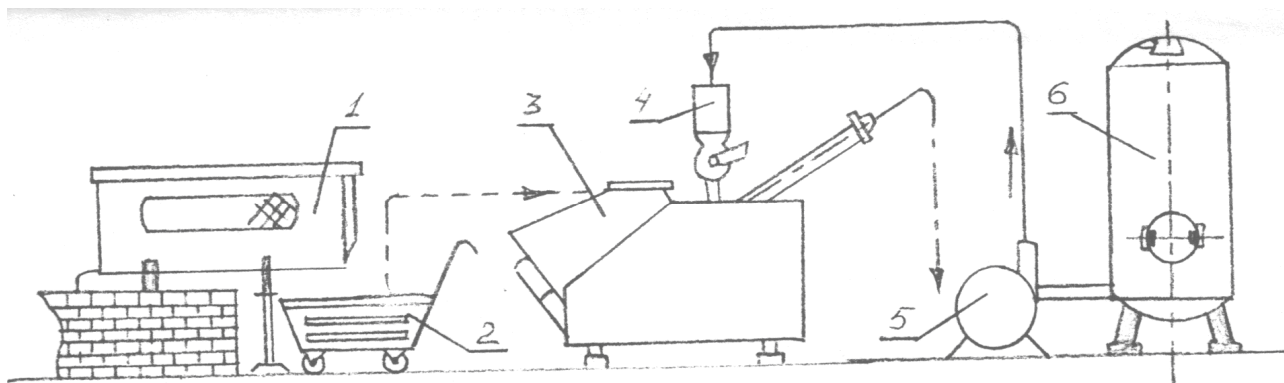


Рисунок 1.3 - Линия для производства творога раздельным способом
(с применением творогоизготовителя)

В творогоизготовитель 1, наполненный обезжиренным молоком, пастеризованным при 80°C , вносят закваску из расчета 10% к общему объему.

В заквашенную смесь вносят раствор сычужного фермента (1 ч. препарата крепостью 100000 ед. на 1 т. смеси). Молоко сквашивают при $28...30^{\circ}\text{C}$ в течение 3...3,5 ч. Полученный сгусток разрезают и выдерживают. Выделенную сыворотку сливают через кран или откачивают насосом. По окончании слива включают прессующие ванны, которые опускаются на частично обезвоженный сгусток и прессуют его.

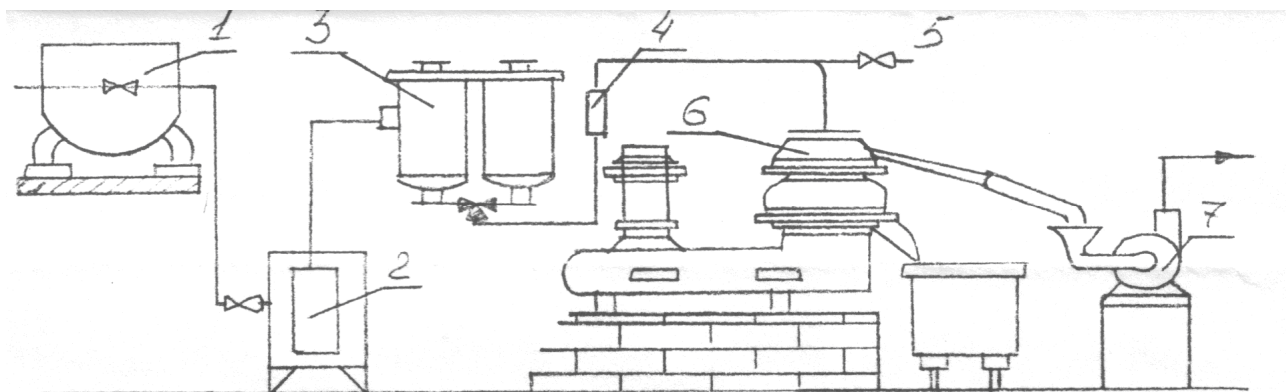
Выделенная при этом сыворотка проходит внутрь ванны, откуда ее откачивают насосом. Прессование длится 1-2 часа.

Полученный обезжиренный творог через люки, расположенные в днищах ванны, выгружают в тележки 2. Для созревания обезжиренного творога и сливок, а также смешивания их в линии установлен дозатор-смеситель 3. Подготовленные для смешивания с обезжиренным творогом охлажденные

сливки в вертикальном двустенном танке 6 с мешалкой, откуда сливки подаются в дозатор-смеситель 3 насосом 5 через приемную воронку 4.

Рассмотренная линия успешно эксплуатируется на Таллинском заводе. Применение ее позволяет повысить производительность труда в результате сокращения немеханизированных операций.

Нежирный творог вырабатывают на линиях, укомплектованных сепараторами для обезвоживания сгустка (рисунок 1.4).



1 – ванны; 2, 7 – насосы; 3 – двойной фильтр; 4 – расходомер количества сквашенного масла в потоке; 5 – трубопровод; 6 – сепаратор для творога

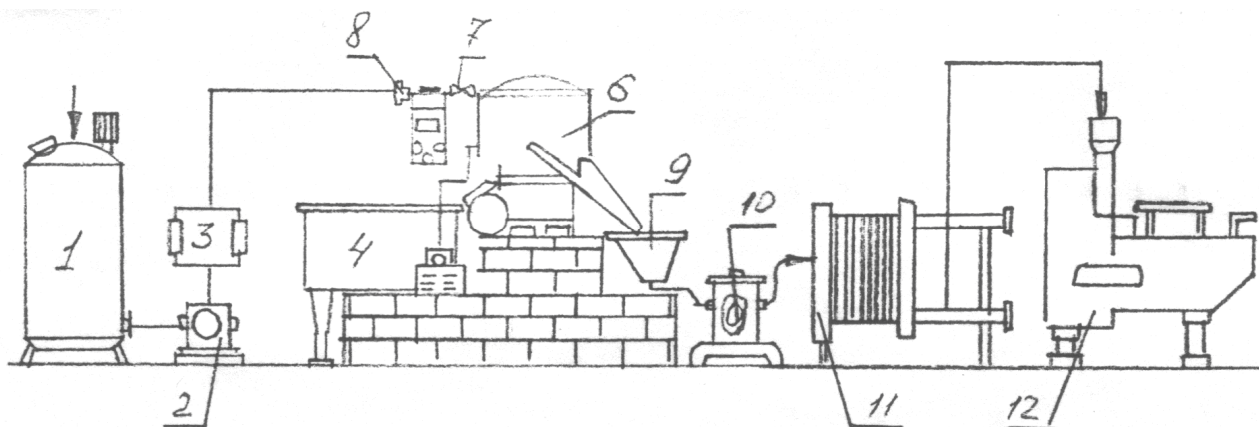
Рисунок 1.4- Линия для производства нежирного творога

Обезжиренное молоко сквашивают в ваннах 1, где тоже также размешивают образовавшийся сгусток. После обработки сгусток из ванн насосом 2 через фильтр 3 подается в сепаратор 6. На трубопроводе между насосом и сепаратором установлены расходомер 4 и смотровое стекло. К сепаратору также подведен трубопровод для подачи воды, предназначенный для промывки сепаратора. Из сепаратора творог насосом 7 передается в расфасовку.

Раздельный способ производства жирного творога с применением сепаратора (рисунок 1.5).

Сгусток из танка 1 насосом 2 нагнетается в сепаратор 6. Предварительно сгусток проходит через фильтр 3, где он освобождается от крупных частиц белка, которые могут забить выходные сопла барабана сепаратора. Количество

переработанного сгустка устанавливают по счетчику, а за сплошностью потока сгустка визуально наблюдают через смотровое стекло 7.



1 – танк; 2 – насос; 3 – фильтр; 4 – ванна; 5 – насос; 6 – сепаратор; 7 – смотровое стекло; 8 – счетчик; 9 – приемная воронка; 10 – насос; 11 – пластинчатый охладитель; 12 – фасовочный автомат

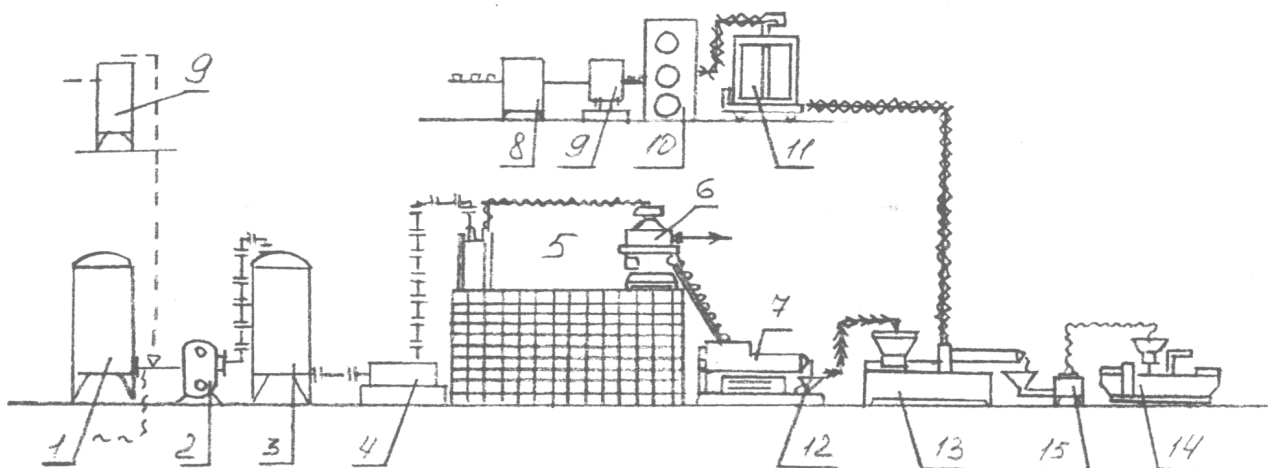
Рисунок 1.5- Линия для производства творога (жирного) раздельным способом по шведской системе

В сепаратор насосом 5 также подают сливки из ванны 4. Жирный творог из сепаратора поступает в приемную воронку 9 и далее насосом 10 нагнетается в пластинчатый охладитель 11. Затем жирный творог направляют на расфасовку 12. Это так называемая шведская система изготовления жирного творога.

Из комбинированных, т.е. непрерывно-циклических способов производства полужирного творога, наиболее перспективным является раздельный способ, основанный на обезвоживании сгустка сепарированием. При этом все процессы, кроме сквашивания молока и обработки сгустка, осуществляются в машинах и аппаратах непрерывного действия (рисунок 1.6).

Обезжиренное молоко поступает в танк 1, мешалкой для перемешивания сгустка. В том же танк насосом 9 подается бактериальная закваска (1...5%), приготовленная на чистых культурах молочнокислых стрептококков, 30...40%-ный раствор хлористого кальция, 1% раствор сычужного фермента. После этого молоко тщательно перемешивают в течение 10...15 минут. Сквашивание молока заканчивают при pH сыворотки не более 4,5...4,6, что соответствует

60⁰Т сыворотки, а сгустка не менее 92⁰Т. Затем сгусток подают в промежуточный танк 3. Выполняющий роль накопителя, в него поступает сгусток из всех танков, установленных в линии поочередно. Из него насосом 4 сгусток подается сначала в сетчатый фильтр 5, а затем в сепаратор 6 для отделения сыворотки от сгустка. По выходе из сепаратора сыворотка по трубопроводу поступает в резервуар, а обезжиренный творог – в охладитель 7. Далее насосом 12 он передается в смеситель 13 с дозатором. Сливки, которые необходимо добавить к обезжиренному творогу, пастеризуют и подают в бак 8, откуда насосом 9 их направляют в охладитель 10. Охлажденные сливки передают в ванну 11, затем они поступают в смеситель 13 с дозатором. Затем насосом 15 творог подается в автомат для расфасовки 14.

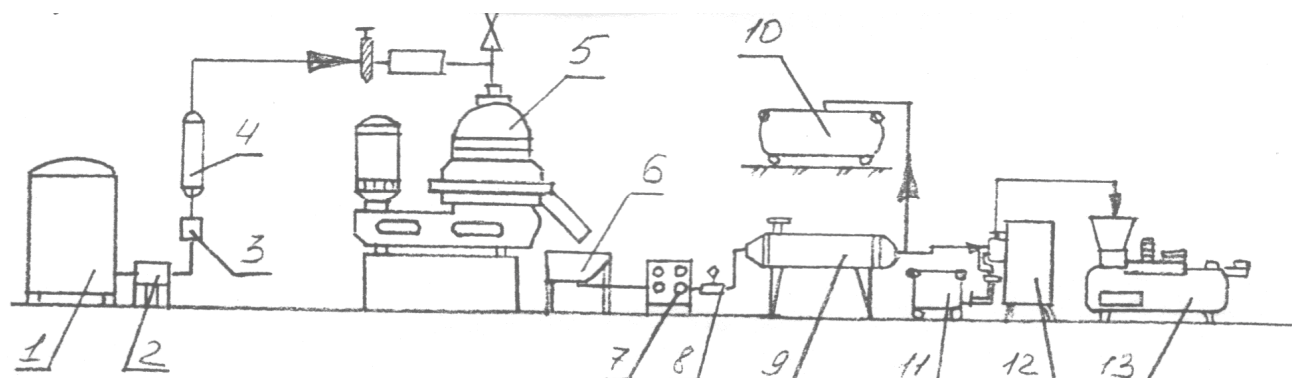


1 - танк; 2 – насос; 3 – промежуточный танк; 4 – насос; 5 – сетчатый фильтр; 6 – сепаратор; 7 – охладитель; 8 – бак; 9 – насос; 10 – охладитель; 11 – ванна; 12 – насос; 13 – смеситель с дозатором; 14 – автомат; 15 – насос

Рисунок 1.6 - Линия для производства творога раздельным способом

При производстве творога на линии фирмы «Вестфалия» (рисунок 1.7), сквашивание обезжиренного молока и образование сгустка осуществляется в танке 1. Измельченный сгусток насосом 2 подается в сепаратор 5. Для определения давления на линии служит манометр. Из сепаратора творог поступает в бункер 6, откуда насос 7 перекачивается в трубчатый охладитель 9. Далее творог направляют в дозатор-смеситель 12, куда поступают сливки из

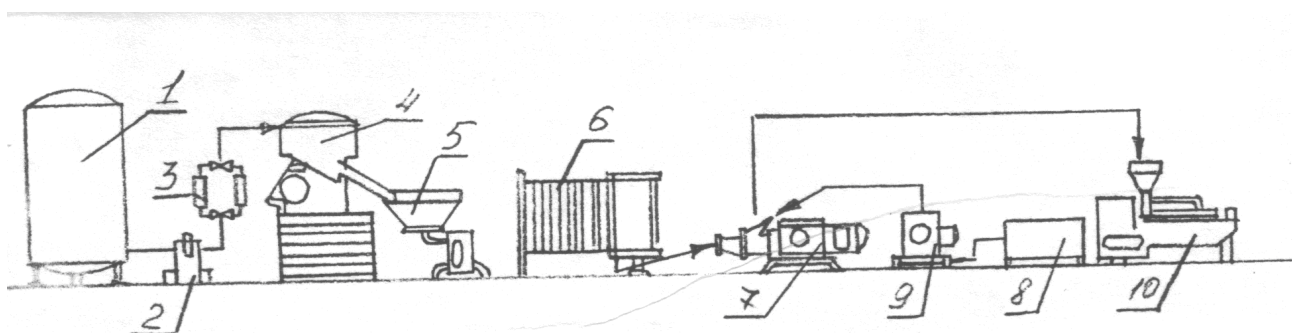
ванны 11. Из дозатора смесителя творог подают на автомат для расфасовки 13. Из охладителя 9 часть обезжиренного творога может поступать в специальную ванну 10 для его резервирования.



1 – танк; 2 – насос; 3 – счетчик; 4 – выдерживатель; 5 – сепаратор; 6 – бункер; 7 – насос; 9 – трубчатый охладитель; 10 – специальная ванна для резервирования; 11 – ванна; 12 – дозатор-смеситель; 13 – автомат для расфасовки

Рисунок 1.7 - Производство творога на линии фирмы «Вестфалия» (ФРГ)

Линия фирмы «Альфа – Лаваль» (рисунок 1.8). Молоко заквашивают в вертикальном двустенном танке 1. Насосом 2 раздробленный сгусток через фильтр 3 подают в сепаратор 4. Далее обезжиренный творог насосом 5 направляется сначала в пластинчатый охладитель 6, а затем в смеситель роторного типа 7, куда из ванны 8 насосом – дозатором 9 подают сливки. Количество подаваемых сливок регулируется счетчиком с дистанционным датчиком и электронным устройством. Из смесителя готовый творог поступает в бункер автомата для расфасовки 10.

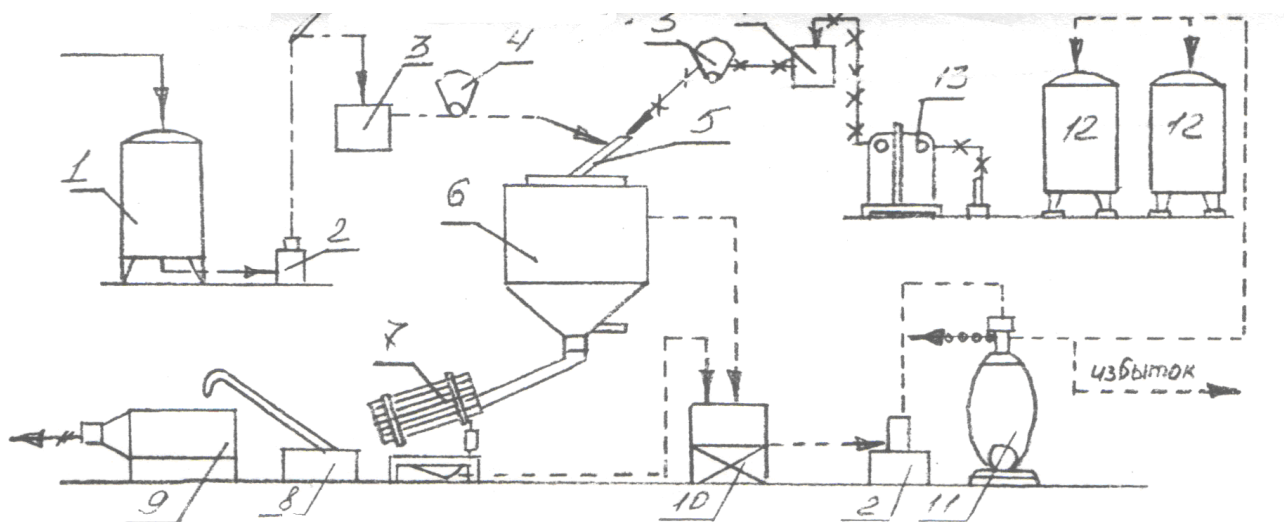


1 – танк; 2, 5 – насос; 3 – фильтр; 4 – сепаратор; 6 – пластинчатый охладитель; 7 – смеситель роторного типа; 8 – ванна 9 – насос – дозатор; 10 – фасовочный автомат

Рисунок 1.8 - Линия для производства творога фирмы «Альфа – Лаваль»

В Вологодском молочном институте разработаны следующие методы производства творога.

В проточный культиватор 1 (рисунок 1.9) подают первую порцию молока и закваски. По достижении кислотности $47...48^0\text{T}$ начинают непрерывно отбирать подсквашенное молоко и подавать свежее. Подсквашенное молоко через бачок 3 с поплавковым регулятором и кран 4 поступает в смеситель 5, а затем в емкостной коагулятор 6. В этот же коагулятор из пастеризационной установки 13 поступает кислая сыворотка ($18^0...220^0\text{T}$), которая была сквашена в танках 12. Сгусток, образовавшийся в результате смешивания молока и сыворотки, из коагулятора поступает в аппарат для самопрессования 7, а выделенная сыворотка в бак 10. Далее творог поступает в бункер 8 со шнековым подъемником и затем в охладитель 9, откуда его направляют на расфасовку. Сыворотка, образовавшаяся при самопрессовании, из аппарата 7 также поступает в бак 10, откуда насосом 2 она подается в сепаратор 11. Осветленная сыворотка поступает в танки 12.



1 – культиватор; 2 – насосы; 3 - бачок с регулятором уровня; 4 – регулировочные краны; 5 – смеситель; 6 – коагулятор; 7 – аппарат для самопрессования сыворотки; 8 – бункер со шнековым подъемником;

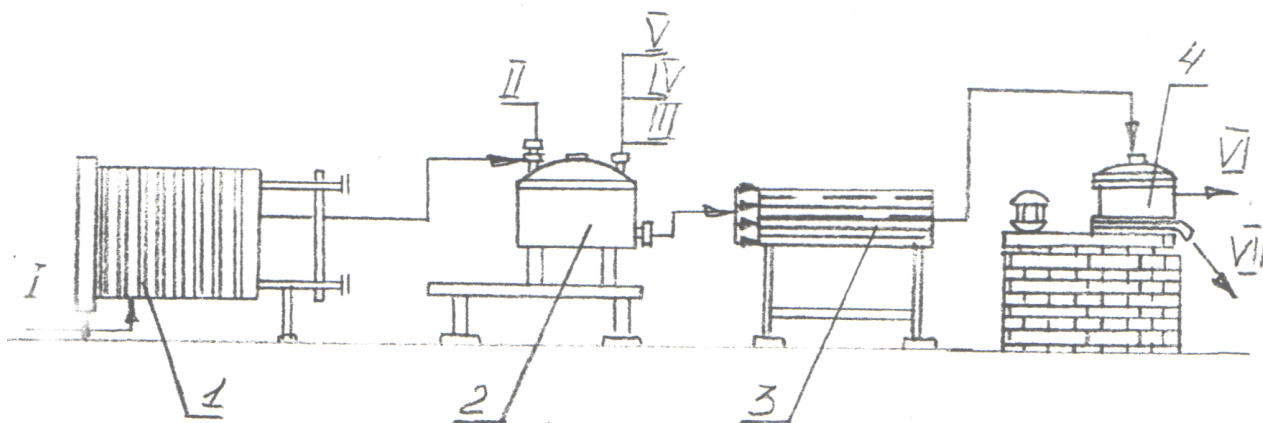
9 – охладитель творога; 10 – бак для сбора сыворотки; 11 – сепаратор;
12 – танк для сквашивания сыворотки; 13 – пластинчатая установка

Рисунок 1.9- Схема производства творога непрерывным способом

Второй вариант этого способа отличается лишь тем, что вместо емкостного коагулятора, выполненного в виде цилиндрического резервуара, применяется змеевик, где сгусток образуется в потоке.

Линии производства творога непрерывным способом на основе коагуляции белков в молоке (рис. 1.10). [8]

В обезжиренное молоко, пастеризованное и охлажденное, перед подачей в непрерывно-действующий коагулятор вносят необходимые компоненты для коагуляции (закваску, сычужный фермент, хлористый кальций, кислоту). За время прохождения через коагулятор молоко свертывается, и образовавшийся сгусток непрерывно поступает в сепаратор, где обезвоживается.



1 – пастеризатор; 2 – поточный смеситель; 3 – поточный коагулятор;
4 – сепаратор для обезвоживания сгустка; I – обезжиренное молоко;
II – закваска; III – творог; IV – кислота; V – CaCl ; VI – сыворотка

Рисунок 1.10 - Схема технологического процесса производства творога непрерывным способом на основе коагуляции белков в потоке в применении сепаратора:

Линия применения для производства нежирного творога. При производстве на линии полужирного творога белковый сгусток на выходе из сепаратора смешивается со сливками и направляется на дальнейшую обработку.

Второй способ. С применением обезвоживателя. Гомогенизированное молоко, охлажденное до $4...5^{\circ}\text{C}$ из универсальной пластинчатой пастеризационной установки, поступает в поточный смеситель 2, куда в требуемом количестве подают молочную кислоту, закваску молочнокислых бактерий, хлористый кальций с сычужный фермент. Из смесителя насосом 3 молоко непрерывно подается в коагулятор 4. Затем температура молока повышается на $20...30^{\circ}\text{C}$ в результате чего происходит коагуляция белков. Образовавшийся сгусток из коагулятора поступает в выдерживатель, а затем в обезвоживатель.

1.2 Анализ существующих конструкций

Технологический цикл производства творога завершается охлаждением. Цель его – замедлить или в значительной мере подавить жизнедеятельность организмов.

Температура охлажденного творога не должна превышать $6...8^{\circ}\text{C}$.

Охладители для творога можно разделить на открытые и закрытые. В свою очередь закрытые охладители классифицируют на барабанные, трубчатые, пластинчатые. Рассмотрим некоторые конструкции охладителей творога более подробно.

Устройство для охлаждения творога (рис. 1.11) содержит полый ротор 1, снабженный охлаждающей рубашкой 2. Внутри ротора 1 установлены прижимной валик 3 и нож 4. У открытых торцов ротора 1 размещены загрузочный бункер 5 и отводящий лоток 6.

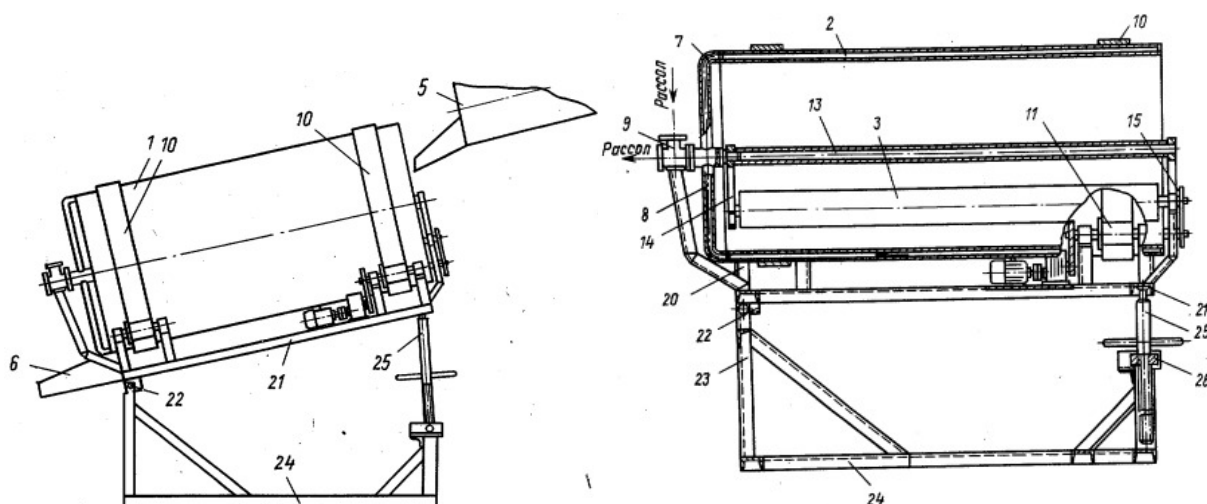


Рисунок 1.11 - Устройство для охлаждения творога (А.С. №1161032)

Охлаждающая рубашка 2 соединена трубопроводами 7 и 8 с устройством 9 для подвода и отвода хладагента. Ротор 1 снабжен ободами 10, опирающимися на нож 4 роlikоопоры 11 и 12, одна из которых (роlikоопора 11) является ведущей для ротора 1, а другая (роlikоопора 12) для прижимного валика 3. Прижимной валик 3 установлен с зазором относительно поверхности ротора 1 с помощью рамы, состоящей из трубы 13 и кронштейнов 14 и 15. Нож 4 состоит из ряда наклонно расположенных лезвий 16, которые крепятся втулками 17 и винтами 18 к пластине 19.

Роликоопоры установлены на стойках 20, которые жестко крепятся к подвижной раме 21. Со стороны выгрузки творога подвижная рама 21 при помощи шарнира 22 установлена на швеллерах 23, приваренных нижней частью к неподвижной раме 24. Со стороны подачи продукта на охлаждение подвижная рама 21 опирается на торец винта 25, который, взаимодействуя с гайкой 26, позволяет изменять угол наклона θ оси ротора 1..

Устройство работает следующим образом.

Подлежащий охлаждению продукт подается из загрузочного бункера 5 на внутреннюю поверхность ротора 1 и захватывается прижимным валиком 3. С помощью прижимного валика слой творога приобретает равномерную толщину и движется навстречу лезвию 16 ножа 4. Срезаемый слой творога к этому моменту совершил 7/8 оборота на охлаждаемой поверхности ротора 1. б За счет наклона ротора 1 в сторону выгрузки и угла установки лезвий 16 ножа 4

срезаемый слой творога перемещается вдоль оси ротора в сторону выгрузки, продолжая вращение, творог вновь захватывается прижимным валиком 3.

Таким образом продукт совершает на внутренней поверхности ротора, спиралеобразное движение и после срезания последним лезвием ножа выгружается из устройства.

Вызывает интерес установка для охлаждения творога состоящая из рамы 1, на которой монтируется корпус 2 со шнековым питателем 3, предназначенным для транспортирования продукта во время охлаждения, и нагнетательным патрубком 4 (рис. 1.12).

Для создания достаточного для формирования творожных брикетов давления в нагнетательной части витки шнекового питателя выполнены с убывающим шагом, в 4 раза меньшим, чем шаг витков шнека в средней части корпуса.

На корпус 2 охладителя в средней его части монтируется вакуумная камера 5 с патрубком 6 для отвода парогазовой смеси.

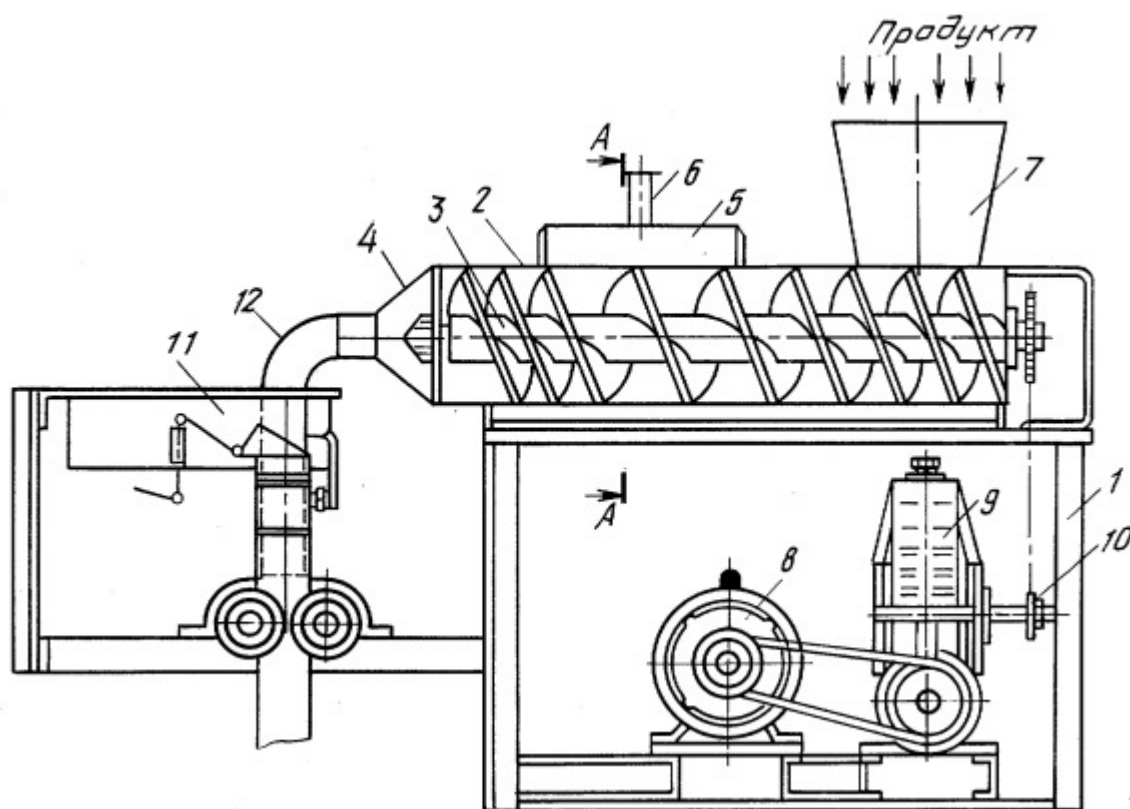


Рисунок 1.12 - установка для охлаждения творога (А.С. №1355190)

Система создания и поддержания вакуума (не показана) включает в себя вакуумный насос, конденсатор паров, запорную арматуру, а также датчики контроля давления в системе. Для приема творога, поступающего на охлаждение, предусмотрен загрузочный бункер 7. Вращение шнековому питателю 3 передается от электродвигателя 8 через редуктор 9 и цепную передачу 10.

Для упаковки охлажденного деаэрированного творога применяют автомат 11 для расфасовки творога в пленку типа сарай, связанный с разгрузочным патрубком 12.

Упакованный творог приобретает вид колбаски, оболочка которой с торцовых сторон герметично упакована.

Установка для охлаждения творога работает следующим образом.

Продукт, поступающий, например, из непрерывно действующего обезживателя барабанного типа, которым комплектуется комплексно-механизированная линия (не показана), попадает в загрузочный бункер 7 установки для охлаждения творога.

По мере заполнения большей части бункера 7 продуктом включаются привод шнекового питателя 3 и вакуумная система.

Витки шнекового питателя 3 захватывают творог и перемещают его по длине охладителя. По мере продвижения продукта внутри охладителя происходит все более глубокое вакуумирование продукта. По достижении давления в системе, равного давлению насыщения, жидкость, находящаяся в твороге, вскипает. За счет отвода скрытой теплоты парообразования происходит равномерное понижение температуры творога. Образующаяся во время кипения продукта парогазовая смесь конденсируется в конденсаторе.

Скорость движения творога в охладителе задается в зависимости от температуры поступающего на охлаждение продукта, его влажности и других технологических параметров.

При продвижении творога в установке с шагом шнекового питателя, в средней части, превышающим шаг витков со стороны загрузочного бункера в

два раза, а со стороны разгрузочного патрубка в четыре раза, происходит уплотнение продукта и создается избыточное давление в нагнетательном патрубке 4, достаточное для нагнетания продукта в сваренную трубчатую оболочку из ленты типа сарана. Охлажденный и деаэрированный продукт герметично упаковывается в пленку и в виде батонов выходит из автомата 11.

Натекание в вакуумную камеру не происходит, так как творог, обладая достаточной пористостью, под действием разности давлений и силы тяжести (в приемном бункере) заполняет все имеющиеся поры и неплотности в продукте.

По окончании работы установки осуществляется циркуляционная мойка. Для ее проведения в корпус установки для охлаждения творога устанавливают съемную моющую головку известной конструкции (не показана) . Предварительно корпус освобождается от шнекового питателя, который изготовлен съемным для более полной санитарно-гигиенической обработки аппарата.

На рисунке 1.13 представлена технологическая схема вакуумного охладителя творога.

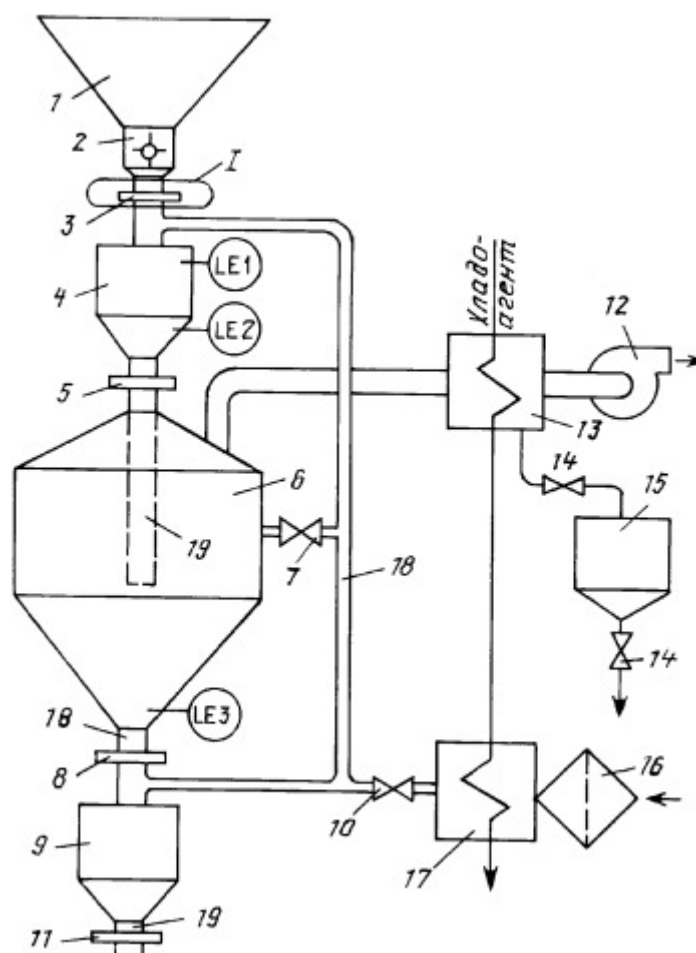


Рисунок 1.13 - Вакуумный охладитель творога (Патент РФ № 2016511)

Вакуумный охладитель работает следующим образом.

Вакуумные задвижки 3,11 открыты. Опорожняется разгрузочная шлюзовая камера 9, затем из приемного бункера 1 через измельчитель 2 и задвижку 3 творог поступает в загрузочную шлюзовую камеру 4. Измельчитель 2 размалывает куски творога, превышающие размер половины диаметра трубопровода 19 транспортировки. При заполнении творогом загрузочной шлюзовой камеры 4 до заданного уровня срабатывает датчик E1. Закрываются задвижки 3,11. Открывается вакуумный клапан 7. Воздух и мелкие фракции творога через воздушный коллектор 18 отсасываются из шлюзовых камер 4,9 в камеру 6. Давление (разрежение) в шлюзовых камерах 4,9 и вакуум-охладительной камере 6 выравнивается. (Вакуумная камера является также и ресивером). Затем открывается вакуумная задвижка 8, и творог из вакуум-охладительной камеры 6 поступает в разгрузочную шлюзовую камеру 9.

Задвижка 8 закрывается по команде с датчика нижнего уровня IE3. Открывается вакуумная задвижка 5, творог из загрузочной шлюзовой камеры 4 поступает в вакуум-охладительную камеру 6. При опорожнении загрузочной шлюзовой камеры 4 срабатывает датчик уровня IE2, и открывается вакуумная задвижка 5. Закрывается вакуумный клапан 7, и открывается воздушный клапан 10. Прошедший через фильтр 16 и охлажденный в воздухоохладителе 17 воздух через воздушный коллектор 18 поступает в обе шлюзовые камеры. Давление в шлюзовых камерах становится атмосферным. Открываются задвижки 3,11. Происходят выгрузка творога из разгрузочной шлюзовой камеры 9 и заполнение загрузочной шлюзовой камеры 4. Цикл повторяется. (Вакуумные задвижки снабжены бесконтактными конечными выключателями для фиксации крайних положений задатчика).

При попадании в вакуумную камеру влажный творог с температурой 25-40оС начинает резко охлаждаться за счет интенсивного испарения влаги. Пары воды вакуум-насосом 12 направляются в теплообменник 13, где происходит их конденсация, образующийся конденсат через открытый верхний вентиль 14 самотеком сливается в конденсатный бак 15. Назначение теплообменника - не допустить попадание паров воды в вакуум-насос 12, так как это ухудшает его работу. Кроме того, при конденсации паров воды происходит дополнительное разрежение, что улучшает работу охладителя (эффективная работа охладителя обеспечивается при давлении, не превышающем 7 Па).

Транспортировка творога через вакуумную камеру с помощью шлюзовых камер позволяет постоянно поддерживать разрежение в камере 6 без полной ее разгерметизации, что сокращает время вакуумирования, при этом творог сразу попадает в разреженную среду, что способствует эффективности испарения влаги. Использование шлюзовых камер с небольшим по диаметру отверстиями в вакуумных задвижках позволяет заменить громоздкие поворотные заслонки, что уменьшает металлоемкость установки, упрощает герметизацию и техническое обслуживание. Эффективность охладителя значительно

повышается за счет введения в массу творога охлажденного воздуха при разгерметизации разгрузочной камеры.

1.3 Выводы по разделу

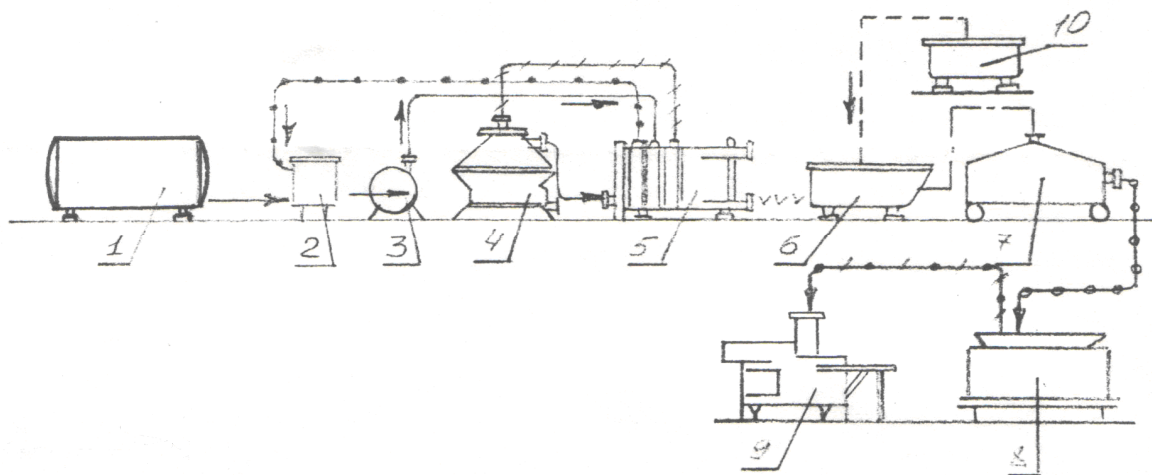
Проведя анализ существующих конструкций и существующих технологий приготовления и охлаждения творога можно сказать, что существующие устройства для охлаждения творога имеют ряд недостатков, а именно не равномерное охлаждение, нарушение технологии приготовления творога и сложность конструкций, значительная металлоемкость существующих конструкции.

Поэтому нашей задачей является разработать устройство, для охлаждения творога исключив указанные недостатки.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Составление технологической схемы линии переработки творога

Производство творога традиционным способом.



1-емкость; 2-уравнительный бак; 3- насос; 4-сепаратор; 5-пластинчатая установка;
6-ванны для сквашивания молока; 7- пресс-тележка; 8 - аппарат для охлаждения
творога; 9 – автомат фасовочный; 10- заквасочник

Рисунок 2.1 - Схема технологического процесса производства творога с использованием творожных ванн для получения сгустка

Обезжиренное молоко из аппаратного цеха поступает в емкость РМГЦ- 4 для временного хранения обезжиренного молока.

Далее насосом 2 молоко нагнетается в уравнительный бачок 3 и далее в секцию регенерации пастеризационно-охладительной установки.

Подогретое до 45...47°C молоко поступает в молокоочиститель 5 с центробежной выгрузкой осадка. Затем очищенное молоко пастеризуется в секции пастеризации и охлаждается в секции регенерации, охлаждение водой, и охлаждение рассолом. Далее молоко поступает в ванны для сквашивания молока 6. Сквашивание молока происходит последовательно, что позволяет получить непрерывный поток сгустка. Затем сгусток вместе с сывороткой

поступает в ванну для сомопрессования и, двигаясь, по транспортеру одновременно охлаждается. Далее творог может быть направлен либо на автомат для фасования 10.

2.2 Расчет производительности технологической линии производства творога

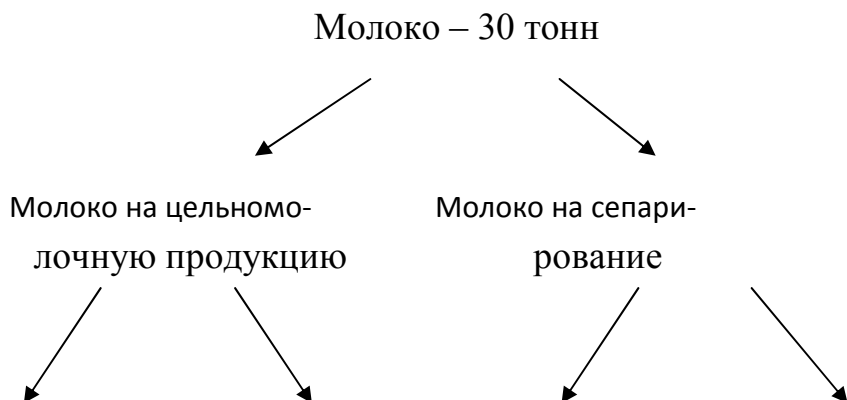
В соответствии с нормами проектирования Гидромясомолокопрома на производство творога и творожных изделий направляется до 16% общей максимальной мощности перерабатывающего предприятия.

При максимально возможной загрузке предприятия 150 т/сутки, на производство творога может быть направлена до 18000 кг обезжиренного молока.

При пересчете на готовый продукт, получаем, что цех по производству творога и творожных изделий должен иметь производительность 2200 кг/сутки.

2.3 Продуктовый расчет производства творога

Продуктовый расчет проводится кратко по нормам расхода сырья. Составляется схема технологического направления сырья по продуктам и дается некоторое представление о методах переработки сырья. В связи с увеличением в перспективе численности населения в районе планируется поступление молока на переработку до 30 тонн в смену. Работу планируется организовать в одну смену.



молоко пасте- ризованное	диетические продукты	сливки	обезжиренное молоко
-----------------------------	-------------------------	--------	------------------------

Рисунок 2.2 - Схема технологического направления переработки молока

Рассчитываем возврат обезжиренного молока сдатчикам $M_{об.сд}$, т. Норма возврата 20% от суточного поступления молока.

$$M_{об.сд} = \frac{20 * M_{сут.}}{100} \quad (2.1)$$

где $M_{об.сд}$ – количество обезжиренного молока сдатчикам, т; $M_{сут.}$ – суточное поступление молока, т.

$$M_{об.сд.} = \frac{20 * 30}{100} = 6 \text{ т/сут.}$$

Рассчитываем количество молока, которое необходимо просепарировать для получения данного количества обезжиренного молока $M_{сеп}$, т

$$M_{сеп.} = \frac{100 * M_{об.сд.}}{90} \quad (2.2)$$

где 88-90% - выход обезжиренного молока при сепарировании, %.

$$M_{сеп.} = \frac{100 * 6}{90} = 6,6 \text{ т}$$

Рассчитываем количество молока $M_{м.пр.}$, т/смена, которое проектируется направить на выработку продукции

$$M_{м.пр.} = M_{сут.} - M_{сеп.} \quad (2.3)$$

$$M_{м.пр.} = 30 - 6,6 = 2,06 \text{ тонн в смену}$$

Рассчитываем количество сливок, полученное от сепарирования молока для получения обезжиренного молока сдатчикам $M_{сл}$, тонн в смену

$$M_{сл} = M_{сеп} - M_{об.сд.} \quad (2.4)$$

$$M_{сл.} = 6,6 - 6 = 0,6 \text{ тонн в смену}$$

Распределяем молоко по продуктам с учетом норм технологического проектирования

на молоко пастеризованное	- 50 %
на творог	- 25 %
на диетическую продукцию	- 20 %
итого	-100%

Соответственно:

- на молоко пастеризованное

$$M_{п.} = \frac{M_{м.пр.} * 50}{100} = \frac{23,4 * 50}{100} = 11,7 \text{ т/см}$$

- на творог

$$M_{м.пр.} * 30 \quad 2,06 * 25$$

- **на диетическую продукцию**

$$M_{\text{диет.}} = \frac{M_{м.пр.} * 30}{100} = \frac{23,4 * 20}{100} = 4,68 \text{ т/см}$$

Рассчитываем количество обезжиренного молока, полученного при сепарировании на творог $M_{об.тв.}$, т/см

$$M_{об.тв.} = \frac{M_{тв.} * 88}{100} \quad (2.5)$$

$$\frac{7,02 * 88}{100}$$

Рассчитываем выход готовой продукции $M_{пр.}$, т

$$M_{пр.} = \frac{M}{100} \quad (2.6)$$

Н

где М – количество сырья, направленное на выработку данного вида продукции, т; Н – коэффициент пересчета молочной продукции (для молока пастеризованного 0,8; для диетической продукции 0,8; для творога 3,4.

Соответственно, выход готовой продукции составит:

- молоко пастеризованное

$$M_{\text{пр.}} = \frac{11,7}{0,8} = 14,6 \text{ т/см}$$

- кисломолочные изделия

$$M_{\text{пр.}} = \frac{7,02}{3,4} = 2,0 \text{ т/см}$$

- диетические продукты

$$M_{\text{пр.}} = \frac{4,68}{0,8} = 5,85 \text{ т/см}$$

Итоги продуктового расчета сводим в таблицу 2.1

Таблица 2.1 - Сводная таблица продуктового расчета

Продукция	в смену, т	в сутки, т
1.Поступление сырья:		
а) молоко	30	30
2. Распределение сырья:		
а) молоко пастеризованное	11,7	11,7
б) творог	7,02	7,02
в) диетическая продукция	4,68	4,68
3. Получено в производстве:		
а) сливки	0,6	0,6
б) молоко обезжиренное	6,17	6,17
4. Выработано продукции:		
а) молоко пастеризованное	14,6	14,6
б) кисломолочные изделия	2,0	2,0

в) диетическая продукция	5,85	5,85
г) молоко обезжиренное		
сдатчикам	6	6

2.4 Расчет и подбор технологического оборудования

Расчет и подбор технологического оборудования ведется в соответствии с принятой схемой поточно-технологической линии производства творога традиционным способом.

При подборе технологического оборудования необходимо стремиться к тому, чтобы обеспечить бесперебойную работу цеха и осуществить все технологические процессы по принятой схеме, предусмотреть максимальное использование оборудования, лучшие условия для труда, хорошее качество продукции, низкую себестоимость.

В первую очередь подбираем основное оборудование цеха. В нашем случае основным оборудованием являются ванны для сквашивания молока.

Емкостные аппараты, ванны " Колье "- ВК-2,5. По данным инструкции, число оборотов в смену – 0,76. Расчет проводим по формуле:

$$n_{в} = M_{н.м} / (V_{об.} * N_g) \quad (2.7)$$

где $M_{н.м}$ – масса нормализованного молока, т; $V_{об.}$ – вместимость ванны, л;
 N_g – число оборотов оборудования за минуту.

$$n_{в} = 9000 / (2500 * 0,67) = 2,7$$

Принимаем 2 ванны для сквашивания молока.

Производительность насоса для перекачивания нормализованного молока P_n , л/ч, рассчитываем по формуле

$$P_n = M_{н.м} * N_p / T_{см} \quad (2.8)$$

где N_p – неравномерность подачи молока, л; $T_{см}$ – время смены, ч;

$$P_n = 9000 * 1,2 / 7 = 1543 \text{ л/ч}$$

По каталогу оборудования выбираем: насос центробежный 36МЦ-10.

Производительность насоса для перекачивания творожной сыворотки

В целях унификации оборудования принимаем насос 36МЦ-10.

Выбор сепаратора-молокоочистителя проводим по часовой производительности. Часовая производительность P_c , л/ч равна

$$P_c = M_{н.м} / T_{см} \quad (2.10)$$

$$P_c = 9000 / 7 = 1286 \text{ л/ч}$$

Выбираем сепаратор-молокоочиститель СПМФ-4000, производительностью 4000 л/ч. Выбрав сепаратор-молокоочиститель, определяем длительность его непрерывной работы t , ч

$$t = (100 * V_{гр}) / (P * M_o) \quad (2.11)$$

где $V_{гр}$ – объем грязевого пространства барабана, л; P – процент отложения сепараторной слизи от объема пропущенного молока ($P = 0,03 \dots 0,6\%$); M_o – производительность очистителя, л/ч.

$$V_{гр} = \frac{\pi(R_{\max}^2 - R_{\min}^2)H}{100} \quad (2.12)$$

где $R_{\max}$, $R_{\min}$ – максимальный и минимальный радиусы тарелок, см; H – высота пакета тарелок, см.

Объем грязевого пространства $V_{гр}$, л равен

$$V_{гр} = \frac{3,14(9,5^2 - 4^2)9,8}{1000} = 2,28 \text{ л}$$

Длительность непрерывной работы t , ч

$$t = \frac{100 * 2,28}{0,018 * 4000} = 3,1 \text{ ч}$$

Выбор автоматизированной пастеризационно-охладительной установки производим тоже по часовой производительности $P_{п.о.у}$, л/ч

$$P_{п.о.у} = M_{н.м} / T_{см} \quad (2.13)$$

$$P_{п.о.у} = 9000 / 7 = 1286 \text{ л/ч}$$

По паспортным данным подбираем пастеризационно-охладительную установку ОПЯ-2,5, производительностью 2500 л/ч.

Вместимость и марку резервуаров для временного хранения нормализованного молока, поступающего в производство данной продукции.

Объем емкостей равен $V_{\text{емк}}$, ч:

$$V_{\text{емк}} = M_{\text{н.м}} / 60\% \quad (2.14)$$

$$V_{\text{емк}} = 9000 * 0,6 = 5400 \text{ л}$$

По каталогу выбираем резервуар РМГЦ-4, вместимостью 4000 л рассчитываем их количество:

$$n_p = V_{\text{емк}} / 4000 \quad (2.15)$$

$$n_p = 5400/4000 = 1,35$$

Принимаем 2 резервуара.

2.5 Разработка объемно-планировочных решений и определение необходимой производственной площади твoroжного цеха

В соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП) площади производственных зданий делят на следующие категории:

- рабочую площадь (помещения основного производственного назначения) цеха; лаборатории; хладостатные и термостатные камеры; различные конторские помещения; находящиеся в производственных цехах;

- подсобные и складские помещения – бойлерная; вентиляторная; трансформаторная; компрессорная; помещения технического назначения; ремонтно-механические мастерские; помещения КИПиА и другие;

- вспомогательные помещения – бытовые; площади заводоуправления; КБ; помещения общественных организаций.

Ввиду того, что данный проект разрабатывается для уже действующего предприятия, расчет будет носить проверочный характер.

Определяем площадь цеха с учетом суммарной площади технологического оборудования и коэффициента запаса площади.

Данные по технологическому оборудованию вводим в таблицу 2.2

Таблица 2.2 - Сводная ведомость технологического оборудования

Оборудование	Марка, тип	Производи- тельность	Коли- чество, шт.	Габаритные размеры, мм дл*шир*выс	Занимаемая площадь, м²
1	2	3	4	5	6
Резервуар для временного хранения	РМГЦ-4	4000 л	2	3023*1600*1926	4,84
Уравнитель- ный бак		60 л	1	510*510*900	0,3

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
Насос центро- бежный	36МЦ-10	1000 л/ч	2	480*260*300	0,13
Пастериза- ционно-охла- дительная установка	ОПЯ-2,5	2500 л/ч	1	2205*700*1475	1,54
Молокоочисти- тель	СПМФ- 4000	4000 л/ч	1	520*550*1400	0,3
Ванна для сбраживания молока	ВК-2,5	2500 л/ч	2	3025*760*820	2,4
Охладитель творога		700 кг/ч	1	1780*640*860	1,14
Фасовочный автомат	М6-ОРВ	600 кг/ч	1	2280*975*1250	2,2

Расчет площади цеха F , м^2 , производим по формуле:

$$F = k * \Sigma F_{об} \quad (2.16)$$

где k – коэффициент запаса площади для творожных цехов сыродельных комбайнов; $\Sigma F_{об}$ – сумма площадей машин и аппаратов, м^2 .

$$F = 5(4,84+0,3+0,13+1,54+0,3+2,4+3,04+2,2) = 73,75 \text{ м}^2$$

Подсобные и складские помещения на молочных заводах планируют исходя из размеров машин и аппаратов, установленных в них, а номер готовой продукции – по количеству продукции подлежащей хранению, сроку хранения и норме нагрузки продукта на 1м^2 площади. Расчет ведем по формуле:

$$F = G * c/g \quad (2.17)$$

где G - количество продукции подлежащей хранению, кг; c – срок хранения, сут; g – нагрузка продукта в килограммах на один квадратный метр (для творога) , 280 кг/м^2 ;

$$F = 2196 * 2/280 = 15,7 \text{ м}^2$$

Площадь вспомогательных помещений для молочных и сыродельных заводов не планируют, поскольку их проектируют в отдельных зданиях.

Размещение оборудования, рассчитано выше и будем проводить согласно существующим положениям компоновки типового оборудования уже имеющегося в реконструируемом цехе по производству творога и творожных изделий.

2.6 Определение потребности в воде, паре, холоде, электроэнергии и расчет численности обслуживающего персонала

Суточный расход воды в молочной отрасли определяется потребностью ее для выполнения отдельных операций. При расчете рекомендуется пользоваться примерными нормами расхода. Среднесуточный расход воды $Q_{\text{ср.сут}}$, л, определяется по формуле: [20]

$$Q_{\text{ср.сут}} = g_1 m_1 + g_2 m_2 + \dots + g_n m_n \quad (2.18)$$

где g_1 – мойка резервуара , 40 л; g_2 – промывка молочного насоса , 12 л;

g_3 – промывка уравнильного бака , 7 л; g_4 – подготовка к работе и промывка пастеризационной установки , 45 л; g_5 – подготовка к работе и промывка сепаратора , 45 л; g_6 – мойка ванн , 35 л; g_7 – промывка транспортера , 30 л; g_8 – промывка фасовочного аппарата , 25 л; $m_1, m_2, m_3 \dots$ - количество единиц промывочного оборудования.

$$Q_{\text{ср.сут}} = 40 \cdot 2 + 12 \cdot 2 + 7 \cdot 1 + 45 \cdot 1 + 45 \cdot 1 + 35 \cdot 2 + 30 \cdot 1 + 25 \cdot 1 = \\ = 80 + 24 + 7 + 45 + 45 + 70 + 30 + 25 = 326 \text{ л}$$

Эксплуатационная загрузка участков внутренней водопроводной сети $Q_{\text{час}}$, л/ч

$$Q_{\text{час}} = \alpha \cdot Q_{\text{ср.сут}} / 24 \quad (2.19)$$

где α – коэффициент суточной неравномерности;

$$Q_{\text{час}} = 4 \cdot 323 / 24 = 54,3 \text{ л/ч}$$

Суточная потребность пара на технологические нужды.

Расход пара на пастеризацию молока $\Pi_{\text{п}}$, кг

$$\Pi_{\text{п}} = \frac{M \cdot c(t_{\text{к}} - t_{\text{н}})}{(i - \lambda) \eta} \quad (2.20)$$

где M – масса пастеризуемого молока, кг; c – удельная теплоемкость молока, Дж/(кг*град); $t_{\text{к}}$, $t_{\text{н}}$ – конечная и начальная температура молока, °С; i – теплосодержание пара, 500...600 ккал/кг; теплосодержание конденсата, 70...90 ккал/кг; η – тепловой КПД пастеризатора.

$$\Pi_{\text{п}} = \frac{18324 \cdot 0,938(80 - 30)}{(550 - 80) 0,65} = 2151 \text{ кг}$$

Расход пара на стерилизацию молочных труб и фасонных частей $\Pi_{\text{с}}$, кг:

$$\Pi_{\text{с}} = k_{\text{с}} \cdot n_{\text{с}} \quad (2.21)$$

где $k_{\text{с}}$ – расход пара на стерилизацию после обработки каждой партии молока, кг; $n_{\text{с}}$ – количество отдельных циклов обработки проводимых в сутки.

$$\Pi_{\text{с}} = 250 \cdot 8 = 2201 \text{ кг}$$

Пар в цех поступает централизованно от котельной завода.

Определяем потребность в холоде.

В технологическом процессе используется холод для охлаждения отваренного сгустка. Могут быть использованы следующие хладоносители:

- рассол, температурой $0...-2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- ледяная вода, температурой $1\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$

Потребность в холоде Q_x , кДж определяем по формуле

$$Q_x = M_T * C_T (t_n - t_k) k_p \quad (2.22)$$

где M_T – масса охлажденного творога, кг; C_T – удельная теплоемкость творога, кДж/кг*К; t_n , t_k – начальная и конечная температура творога, $^{\circ}\text{C}$; k_p - коэффициент потерь холода в окружающую среду.

$$Q_x = 2200 * 2,520 (35 - 4) 1,1 = 189050,4 \text{ кДж}$$

Определяем потребность в электроэнергии.

Суточный расход электроэнергии $\mathcal{E}_{\text{сут}}$, кВт:

$$\mathcal{E}_{\text{сут}} = N_1 t_1 + N_2 t_2 + \dots + N_n t_n \quad (2.23)$$

где $N_1, N_2, \dots, N_n$ – мощность установленных электродвигателей; $t_1, t_2, \dots, t_n$ – время работы электродвигателя; N_1 – мощность привода мешалки резервуара, 0,27 кВт; N_2 – мощность электродвигателя насоса нормализованного молока, 1,7 кВт; N_3 – мощность электродвигателя привода насоса для горячей воды, пастеризационно-охладительной установке, 2,8 кВт; N_4 – мощность электродвигателя сепаратора-молокоочистителя, 2,8 кВт; N_5 – мощность электродвигателя охладителя творога, 0,27 кВт; N_6 – мощность привода фасовочного автомата, 1,7 кВт.

$$\mathcal{E}_{\text{сут}} = 2(0,27 * 14) + 1,7 * 14 + 2,8 * 14 + 0,27 * 14 + 1 * 14 + 1,7 * 8 = 141,14 \text{ кВт}$$

Численность рабочих в соответствии с нормами времени по труду на одну тонну вырабатываемой продукции K , чел, равна:

$$K = T / T_{\text{сут}} \quad (2.24)$$

где T - трудоемкость по выработке творога, чел.ч;

$$T = N_{\text{тр.т}} * M_T; \quad (2.25)$$

где $N_{\text{тр.т}}$ - нормативная трудоемкость, чел.ч/т; M_T - масса вырабатываемого творога, т.

$$T = 28,4 * 2,2 = 62,48 \text{ чел.ч}$$

Количество рабочих в цехе производства творога равно:

$$K = 62,48/14 = 4,5$$

Принимаем 4 человека постоянно и одного временного работника, в период напряженного времени года.

2.7 Построение совмещенного графика организации технологических процессов и работы оборудования

Совмещенный график работы машин и аппаратов составляют для определения правильности расчета подбора технологического оборудования. В большинстве случаев график составляют на основе схемы организации технологического процесса с учетом расчета и подбора технологического оборудования. Каждой операции соответствует работа оборудования, количество которого определено при расчете и подборе технологического оборудования.

На горизонтальной оси слева направо откладываем часы работы предприятия в масштабе, по вертикальной оси – наименование машин и аппаратов в строгом соответствии с операциями технологического процесса с указанием типа или марки, производительности или вместимости емкости, сменной или суточной мощности оборудования.

Условными обозначениями в графике указывают продолжительность сборки, разборки, мойки машин и аппаратов. В таблице представлен совмещенный график организации технологических процессов и работы машин и аппаратов для выработки фасованного творога кислотнo-сычужным способом. Отличительной особенностью этого графика является то, что наряду с наименованием оборудования указывают наименование технологических операций; наряду с массой продукта (сырья, полуфабрикатов и отходов производства) – вместимость емкости или производительность технологического оборудования, наряду с часовой производительностью – тип или марка машин и аппаратов.

На графике показано движение основного сырья (продукта) от поступления в цех, до выхода расфасованной продукции, а не показаны движение побочных продуктов (сырья) сыворотки, закваски, ферментов. График представлен в графической части пректа (08.90.21.00.00.00).

2.8 Описание технологического процесса производства творога

Нормализованное молоко (для производства обезжиренного творога содержание жира в нормализованном молоке 0,8%) после временного хранения, при температуре 4 °С, направляют на очистку.

Ввиду того, что при производстве творога предъявляются повышенные требования к чистоте молока, в процессе производства предусмотрена повторная центробежная очистка нормализованного молока.

Затем молоко поступает в секцию пастеризации. Правильно выбранные режимы пастеризации позволяют сохранить питательную ценность молока, обеспечить его высокие санитарно-гигиенические свойства.

Исходя из результатов исследования, проведенных во ВНИМИ, а также обобщения производственного опыта при выработке жирного, полужирного и нежирного творога режим пастеризации молока при 78...80 °С с выдержкой в течении 20...30 секунд можно считать наиболее целесообразным.

По существующей технологии производства творога после пастеризации молоко охлаждают до температуры сквашивания. В современных условиях производства этот процесс наиболее целесообразно осуществить в секции регенерации универсальных пастеризационных установок. В производстве творога наибольшее значение имеет процесс - сквашивания, во время которого происходят физико-химические изменения составных частей молока, вызывающие коагуляцию белков.

Окончанием сквашивания принято считать момент, когда сгусток приобретает оптимальную для выработки творога кислотность и прочность. По окончании сквашивания сгусток разрезают проволочными ножами на кубики с ребром около 2 см. Разрезанный сгусток на 40...60 минут оставляют в покое для выделения сыворотки и нарастания кислотности, выделившуюся сыворотку удаляют из ванны. Самопрессование продолжается в течение часа. Температура самопрессования при производстве нежирного творога, летом 29...30 °С; зимой 31...32 °С.

Затем сгусток подается на аппарат и, охлаждаясь, перемещается к фасовочному автомату. На автомате творог расфасовывается в стаканчики весом 500 грамм.

2.9 Правила монтажа и эксплуатации технологического оборудования

Эксплуатация включает в себя выполнение совокупных мероприятий по надзору, уходу и всем видам ремонта, обеспечивающих безотказность работы как отдельных машин и аппаратов, так и поточно-технологических линий.

Но не все виды оборудования могут работать непрерывно, в течение восьмичасовой рабочей смены, так как отдельные машины должны останавливаться в течении межсменной подготовительной работы, а также выполнять другие операции. В зависимости от сложности и специфики конструкции каждого вида оборудования, а также необходимости его остановки в течение рабочей смены утверждается режим его работы. Под режимом работы понимается минимальное число часов работы оборудования в смену. По режиму работы ведущего оборудования определяется производительная мощность предприятия.

Оборудование каждого вида на предприятии работает в соответствии с инструкциями по эксплуатации, которые утверждает главный инженер. Один экземпляр инструкции хранится в журнале инструктажа по технике безопасности, второй – вывешивают на рабочем месте обслуживающего персонала непосредственно около оборудования.

На каждый вид оборудования имеется технический паспорт и заводится эксплуатационный журнал, куда заносится фамилия ответственного, а также данные о выполнении различных видов ремонтных работ.

К обслуживанию оборудования допускаются лица, прошедшие обучение, имеющие соответствующий документ на право эксплуатации и прошедшие инструктаж по технике безопасности. Категорически запрещается допуск к обслуживанию оборудования необученных и не прошедших инструктаж рабочих.

В целях обеспечения безопасной эксплуатации оборудования, на предприятиях осуществляется трехступенчатый контроль за его состоянием: первая ступень – ежедневная перед началом работы проверка бригадиром и мастером участка состояния оборудования и рабочих мест; вторая ступень – еженедельная проверка начальником цеха совместно с общественным инспектором по охране труда и технике безопасности; третья ступень – ежемесячная проверка главным инженером предприятия, инженером по охране труда и технике безопасности.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Требования, предъявляемые к конструкции охладителя

При проектировании теплообменной аппаратуры необходимо знать, что, несмотря на многообразие, все теплообменные аппараты должны отвечать определенным общим требованиям. К этим требованиям относятся: высокая тепловая производительность, экономичность в работе, обеспечение заданных технологических условий процесса и высокого качества готового продукта, простота конструкции, компактность, надежность в работе, удобство монтажа, соответствие требованиям охраны труда и правилам Госгортехнадзора.

Высокая тепловая производительность определяется интенсивным теплообменом, поддержанием оптимального режима работы.

Экономичность работы теплообменного аппарата может быть достигнута малыми затратами энергии, максимальной механизацией и автоматизацией обслуживания.

Обеспечение заданных технологических условий процесса и высокого качества продукта достигается выбором оптимальных температур теплоносителей, правильным расчетом поверхности теплообмена, строгой цикличностью или непрерывностью процесса и удобством его регулирования.

Простота конструкции, дешевизна материала, компактность, удобство монтажа и ремонта, соответствие требованиям охраны труда достигается правильным выбором типа аппарата и его поверхности теплообмена, степенью сложности основных узлов и деталей.

Выполнение правил Госгортехнадзора гарантирует безопасность эксплуатации оборудования.

Монтаж установки должен проводиться в такой последовательности:

а) изготовление фундамента или изготовление и монтаж опорных конструкций;

б) установка и выверка положения корпуса аппарата на фундаменте или опорной металлической конструкции;

в) монтаж обслуживающих площадок;

г) установка устройств и деталей, находящихся внутри аппарата и установка крышки;

д) подгонка, присоединение всех трубопроводов, герметизация фланцевых соединений, набивка и затяжка сальниковых уплотнений;

е) присоединение вспомогательных устройств и механизмов, установка арматуры и контрольно-измерительных приборов, установка ограждений;

ж) испытание установки на герметичность;

з) обкатка механизмов (в течение смены) и пробная эксплуатация;

и) проведение теплоизоляционных работ;

к) сдача аппарата в эксплуатацию.

Перед сдачей аппарата в эксплуатацию проводятся устранение дефектов, отмеченных комиссией, наладка, испытание, а также проводятся работы по теплоизоляции и окраски оборудования.

Во многих зарубежных линиях производства творога отдельным способом, с применением сепаратора в качестве основного устройства для охлаждения творога используют пластинчатые теплообменники.

При малых габаритах пластинчатые охладители имеют большую поверхность теплообмена, хладоносителем в них является рассол или ледяная

вода. Охладители удобны для подключения к циркуляционным системам мойки. Известно, что все охладители при производстве творога оказывают отрицательное воздействие на консистенцию творога.

Конструкцией охладителя наиболее точно и полно отвечающей требованиям уменьшения динамического воздействия на сгусток при холодильной обработке является вакуум-охладитель.

Вакуумное охлаждение осуществляется следующим образом: из камеры в которой помещен творог вакуумный насос отсасывает воздух и пары. Для ускорения охлаждения творога в нее подают холодный воздух.

Недостатком этого способа является неравномерность охлаждения слоя творога, сложность вспомогательного оборудования, при применении данного охладителя для непрерывного способа производства, а также дороговизна оборудования.

3.2 Обоснование и краткое описание предлагаемой конструкции охладителя творога

Недостатками известных аппаратов для охлаждения творога является неравномерная толщина слоя охлаждаемого продукта, неэффективная теплоотдача в аппарате.

Наиболее близким по достигаемому результату является устройство для охлаждения творога, содержащее цилиндрический барабан с охлаждающей рубашкой, загрузочный бункер, прижимной валик, нож и прижимной бункер.

Недостатками известных устройств является низкая производительность из-за неполного использования охлаждающей поверхности барабана, а также нестабильная температура на выходе из устройства ввиду непостоянной толщины слоя продукта на поверхности барабана.

Целью данной конструкторской разработки является повышение производительности устройства, а также

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве для охлаждения творога, содержащем цилиндрический барабан с охлаждающей рубашкой, загрузочный бункер, прижимной валик, нож и приемный бункер; прижимной

валик расположен над цилиндрическим барабаном в вертикальной плоскости симметрии, а на его концах выполнены кольцевые канавки и установлены ступенчатые втулки с механизмом регулирования зазора между прижимным валиком и цилиндрическим барабаном, при этом кольцевые канавки расположены с шагом, равным ширине каждой ступени втулки, а нож дополнительно содержит расположенную под углом к нему пластину и соединен с ней разъемными кольцами, причем плоскость ножа расположена режущей кромкой у основания загрузочного бункера.

Устройство работает следующим образом: творог, подлежащий охлаждению, подают в загрузочный бункер 2, откуда он поступает на поверхность цилиндрического барабана 1, по которой при помощи прижимного валика 3 распределяется в виде тонкого слоя равной толщины. За неполный оборот цилиндрического барабана 1 творог охлаждается и затем счищается с поверхности барабана ножом 5 и подает в приемный желоб 4.

Регулирование толщины слоя охлаждаемого творога осуществляется ступенчатыми втулками 14, которые для этого перемещают в осевом направлении до тех пор, пока шарики 17 не займут соответствующее положение в кольцевых канавках 13. Устройство для охлаждения творога позволяет обеспечить стабильную температуру продукта на выходе и увеличить производительность на 10%.

3.3 Тепловые, энергетические и прочностные расчеты охладителя творога

Тепловой расчет заключается в определении необходимой площади для охлаждения:

$$F = v \cdot \rho \cdot (t_n - t_k) / k \cdot t_{cp}, \quad (3.1)$$

v – удельная теплоемкость творога, Дж/(м² · К); ρ – плотность творога, кг/м³; t_n, t_k – начальная и конечная температура творога, °С; k – коэффициент теплопередачи, Вт/(м² · К); t_{cp} – средняя разность температур между творогом и хладоносителем, °С.

$$F = 7,4 \cdot 10^{-5} \cdot 2720 \cdot 1160(35 - 4) / 137,7 \cdot 17 = 3,09 \text{ м}^2.$$

Общая поверхность теплообмена будет равна:

$$F_{об} = 3 / 4 F , \quad (3.2)$$

$$F = 3 / 4 \cdot 3,09 = 2,31 \text{ м}^2.$$

Количество холода, необходимого для охлаждения творога, определяем по формуле:

$$Q_m = M \cdot c_{тв} (t_n - t_k) \cdot K_{ном} , \quad (3.3)$$

где M – производительность аппарата, кг/ч; $c_{тв}$ – теплоемкость творога, Дж/(кг·К); t_n, t_k – начальная и конечная температура творога, °С; $K_{ном}$ – коэффициент, учитывающий потери холода.

$$Q_m = 250 \cdot 2720 \cdot (35 - 4) \cdot 1,15 = 24,24 \cdot 10^6, \text{ Дж/ч.}$$

Расход хладоносителя определяем по формуле:

$$B = Q_m / (C_x \cdot (t_k - t_n)), \quad (3.4)$$

где c_x – теплоемкость хладоносителя, Дж/(кг·К); t_n, t_k – начальная и конечная температура хладоносителя, °С.

В качестве хладоносителя применяется рассол с температурой $t_p = -8^\circ \text{С}$,

Количество хладоносителя, необходимого на час работы аппарата определяем по формуле:

$$B = 24,24 \cdot 10^6 / 3609 \cdot (-8 - (-5)) = 2238 \text{ л.}$$

Из конструкторских соображений принимаем частоту вращения барабана $n_б = 4,4 \text{ мин}^{-1}$.

Определяем ориентировочную мощность двигателя:

$$P = K_u \cdot K_n \cdot M_б , \quad (3.5)$$

где K_u – коэффициент, учитывающий потери мощности на трение в подшипниках скольжения (1,02...1,05); K_n – коэффициент преодоления инерции при пуске; $M_б$ – момент инерции барабана, с продуктом и хладоносителем включительно.

$$P = 1,15 \cdot 1,035 \cdot 756 = 899 \text{ Вт.}$$

Определяем мощность двигателя при коэффициенте перегрузок:

$$K = 1,10 \dots 1,3 \text{ и } \eta = 0,7 \dots 0,9.$$

$$P_{\text{эд}} = K_o \cdot P / \eta, \quad (3.6)$$

$$P_{\text{эд}} = 1,1 \cdot 899 / 0,9 = 1098,7 \text{ Вт.}$$

Принимаем двигатель 4А80В6У3, $n=920$ об/мин, $P_{\text{эд}} = 1,1$ кВт.

Определяем крутящий момент действующий на вал барабана:

$$T = P / \omega = 30 \cdot P / \pi, \quad (3.7)$$

$$P = 30 \cdot 1,1 \cdot 10^3 / (3,14 \cdot 920) = 11,42 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

3.3.1 Расчет подшипников скольжения

Подшипник скольжения расположен в опорах вала барабана охладителя, расчет сводится к определению среднего давления, условий работы подшипника.

Среднее давление между цапфой и вкладышем определяем по формуле:

$$P = F_r / d_1 \cdot l \leq [P] = 1 \dots 4 \text{ МПа}, \quad (3.8)$$

где d_1 – диаметр вала, м; l_1 – длина подшипника, м; F_r – радиальная сила, $\frac{1}{2}$ веса барабана с продуктом и хладоносителем, Н.

Длину цапфы определяем по формуле:

$$l_1 = F_r / [P] \cdot d_1, \quad (3.9)$$

$$l_1 = 378 / 1 \cdot 10^6 \cdot 0,036 \geq 11 \text{ мм}.$$

Принимаем длину подшипника скольжения, равную $l_1 = 25 \text{ мм}$.

3.3.2 Расчёт вала шнека

Произведём расчёт вала шнека. Основной вид деформации, который испытывает вал – изгиб.

Поэтому расчет будем производить, используя условие прочности при изгибе.

Условие прочности:

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_z} \leq [\sigma]$$

где σ – максимальное нормальное напряжение, возникающее в балке, МПа;

M_{max} – максимальный изгибающий момент, Н*м

W_z -момент сопротивления сечения, м^3

$[\sigma]$ -допускаемое напряжение, МПа

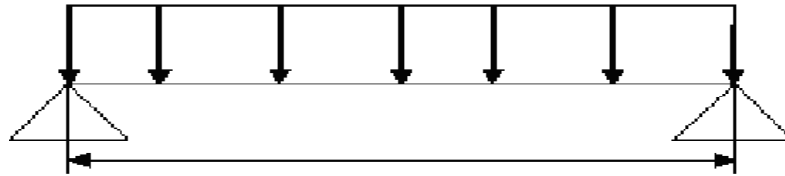


Рисунок 3.1- Упрощенная схема

Таким образом, на вал длиной $\ell = 1500 \text{ мм}$, действует распределённая нагрузка $q = 0,5 \text{ кН/м}$, вызывающая изгиб вала. Сечение вала - круг. Материал – Сталь – 30. $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$, $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Определим поперечную силу и изгибающий момент.

Для определения изгибающего момента необходимо определить реакции опор.

$$R_A = R_B = \frac{ql}{2} = \frac{0,5 \cdot 1,5}{2} = 0,375 \text{ кН} \quad (3.10)$$

Определим внутренние силовые факторы Q_x - поперечную силу и M_x – изгибающий момент. Воспользуемся методом сечений.

Рассмотрим 1 участок.

$$0 \leq x_1 \leq l$$

$$Q_{x1} = R_A - qx_1 \quad (3.11)$$

$$M_{x1} = R_A \cdot x_1 - q \frac{x_1^2}{2} \quad (3.12)$$

при $x_1 = 0$;

$$Q_{x1} = 0,375 \text{ кН}$$

$$M_{x1} = R_A \cdot 0 = 0 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (3.13)$$

при $x_1 = l$;

$$Q_{x1} = -0,375 \text{ кН}$$

$$M_{x1} = R_A \cdot l - q \frac{l^2}{2} = 0 \text{ кН} \quad (3.14)$$

Так как у нас действует распределённая нагрузка, то максимальный изгибающий момент, будет действовать в середине балки (при $x_1 = l/2$)

$$M_{x1} = R_A * l/2 - q \frac{(l/2)^2}{2} = 0,14 \text{ кН*м}$$

По полученным значениям в масштабе строим эпюры поперечной силы и изгибающего момента.

По эпюрам определяем опасное сечение. Опасное сечение в данном случае это место крепления кронштейна. Максимальный изгибающий момент:
 $M_{\max} = 0,14 \text{ кН*м}$

Используя условие прочности, определим поперечное сечение балки:

Т.к.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} \leq [\sigma] \quad (3.15)$$

Получим:

$$W_z = \frac{M_{\max}}{[\sigma]} \quad (3.16)$$

Где $M_{\max} = 0,14 \text{ кН*м}$ - максимальный изгибающий момент в нашей балке,

$[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ -допускаемое напряжение для Ст.3.

следовательно:

$$W_z = \frac{0,14 * 10^3}{160 * 10^6} = 0,009 * 10^{-4} \text{ м}^3$$

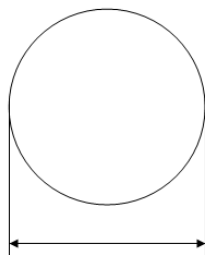


Рисунок 3.2 – Поперечное сечение

Для круга

$$W_z = 0,1 d^3 \quad (3.17)$$

Подставим значение W_z , получим:

$$d = \sqrt[3]{\frac{Wz}{0,1}} = \sqrt[3]{\frac{0,009 \cdot 10^{-4}}{0,1}} \approx 0,021 \text{ м} = 21 \text{ мм}$$

Таким образом, принимаем диаметр вала не менее 21 мм.

Расчёт оси натяжного ролика

Ось крепления натяжного ролика будет работать на срез. Поэтому, при расчете будем использовать условие прочности при срезе.

Условие прочности при срезе:

$$\tau_{\max} = \frac{Q_{\max}}{S_{c.o}} \leq [\tau] \quad (3.18)$$

где: $\tau_{\max}$ - максимальное касательное напряжение, возникающее в оси,

МПа; $Q_{\max} = 0,5$ кН, максимальная поперечная срезающая сила;

S_c – площадь среза, м²; $[\tau]$ - допускаемое касательное напряжение материала, МПа.

Поэтому:
$$S_c = \frac{\pi * d^2}{4} \quad (3.19)$$

Зная, что $[\tau] = 60$ МПа, выразим из условия прочности

$$S_c = \frac{Q_{\max}}{[\tau]}; \quad (3.20)$$

Подставим вместо
$$S_c = \frac{\pi * d^2}{4}$$

и выразим d оси

Получим

$$d = \sqrt{\frac{4 * Q}{[\tau] * \pi}} = \sqrt{\frac{4Q}{[\tau] * \pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,5 * 10^3}{60 * 10^6 * 3.14}} = 3 * 10^{-3} \text{ м}$$

Таким образом, получаем, что d оси крепления натяжного ролика должен быть не менее $3 * 10^{-3}$ м или 3 мм.

3.3.3 Расчет резьбовых соединений конструкции

В данной конструкции имеется несколько крепежно-резьбовых соединений, например - резьба М10. В целях предотвращения утечки воздуха

из системы необходимо обеспечить необходимое усилие затяжки. Таким образом, необходимо произвести расчёт данного соединения.

Определим силу затяжки, которую необходимо приложить к стандартному ключу при завинчивании резьбового соединения до появления в стержне болта напряжений, равных пределу текучести $\sigma_T = 200$ МПа (СТ.10). Определить также напряжения сжатия $\sigma_{см}$ и среза t в резьбе. Длину ручки стандартного ключа в среднем принять $l=15d$, коэффициент трения в резьбе и на торце гайки $f=0,15$ [3].

Для расчетов будем использовать таблицу стандартов (3.1), где находятся все необходимые размеры.

Таблица 3.1- Стандартные размеры

Размеры болта, мм.	M10
Наружный диаметр резьбы, d.	10
Внутренний диаметр резьбы, d1.	8,521
Средний диаметр резьбы, d2.	9,253
Шаг резьбы, p.	1,5
Высота профиля, h.	1,342
Высота гайки, H.	15
Число витков гайки, z.	5,9
Угол подъема резьбы, J	2° 42'

Определим силу затяжки резьбы M10, при которой эквивалентное напряжение в стержне винта равно пределу текучести по выражению:

$$F_{зат} = \frac{\pi * d_1^2 * \sigma_{эк}}{4 * 1,3} \quad (3.21)$$

де d_1 - внутренний диаметр резьбы; $\sigma_{эк}$ - эквивалентное напряжение в стержне болта, ($\sigma_{эк}=200$ МПа).

$$F_{зат} = \frac{\pi * d_1^2 * \sigma_{эк}}{4 * 1,3} = \frac{3.14 * 8,521^2 * 200}{4 * 1,3} = 9504 \text{ Н}$$

Напряжение стержня в резьбе определим по выражению:

$$\sigma_{см} = \frac{F}{\pi * d_2 * h * z} \leq [\sigma]_{см} \quad (3.22)$$

где $F = F_{\text{зат}}$; d_2 - средний диаметр резьбы; h - высота профиля; z - число витков в стойке.

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{\pi * d_2 * h * z} = \frac{9504}{3,14 * 9,253 * 1,624 * 6,35} = 36 \text{ МПа}$$

Допустимое напряжение смятия $[\sigma]_{\text{см}}$ определяем по формуле:

$$[\sigma]_{\text{см}} = 0,8 * \sigma_T$$

$$[\sigma]_{\text{см}} = 0,8 * 200 = 160 \text{ МПа}$$

Проверим условие прочности из условия, что $\sigma_{\text{см}} < [\sigma]_{\text{см}}$

$$36 \text{ МПа} < 160 \text{ МПа}$$

Условие выполняется.

Напряжение среза в резьбе определим по формуле:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F}{\pi * d_1 * H * K * K_m} \leq [\tau_{\text{ср}}] \quad (3.23)$$

где F - сила затяжки; d_1 - внутренний диаметр резьбы; H - глубина завинчивания; K - коэффициент полноты резьбы, $K = 0,87$;

K_m - коэффициент неравномерности нагрузки по виткам резьбы, $K_m = 0,6$.

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F}{\pi * d_1 * h * K * K_m} = \frac{9504}{3,14 * 8,521 * 19 * 0,87 * 0,6} = 37,6 \text{ МПа}$$

Допустимое напряжение среза в резьбе:

$$[\tau_{\text{ср}}] = 0,4 * \sigma_T$$

$$[\tau_{\text{ср}}] = 0,4 * 200 = 80 \text{ МПа}$$

Проверим выполнение условия прочности: $37,6 \text{ МПа} < 80 \text{ МПа}$

Условие прочности выполняется.

Исходя из расчетов резьба М10 ГОСТ 7798-70 при затяжке с силой $F = 8768 \text{ Н}$ сможет выдержать напряжение смятия $\sigma_{\text{см}} = 36 \text{ МПа}$ и среза $\tau_{\text{ср}} = 37,6 \text{ МПа}$, значения которых, находятся в пределах допустимого. Следовательно, резьба М10 удовлетворяет нашим техническим условиям.

3.4 Устройство, работа правила эксплуатации и регулировки предлагаемой конструкции охладителя творога

Устройство для охлаждения творога состоит из цилиндрического барабана с охлаждающей рубашкой, загрузочного бункера, прижимного валика, приемного желоба, ножа, который посредством разъемных колец соединен с пластиной, расположенной под углом к нему и снабженной пружиной.

Для обеспечения прижатия ножа к поверхности цилиндрического барабана пластина посредством пружины соединена с поперечиной станины.

Нож установлен горизонтально на оси режущей кромкой у основания загрузочного бункера.

На концах прижимного валика выполнены канавки и установлены ступенчатые втулки с механизмом регулирования зазора между прижимным валиком и цилиндрическим барабаном, представляющим собой установленные в сквозных отверстиях, расположенных по периметру ступенчатых втулок, шарики с пружинами и регулировочным винтом.

3.5 Безопасность жизнедеятельности

В связи с развитием научно-технического прогресса предприятия молочного направления оснащены большим количеством техники и оборудования, поэтому вопросы охраны труда и безопасности особенно актуальны.

Работа по охране труда должна проводиться в соответствии с "Положением об отраслевой системе управления охраной труда на предприятиях АПК РФ". При принятии на работу руководитель подразделения должен проводить вводный инструктаж.

Ежегодно должен издаваться приказ о возложении ответственности за организацию работы по охране труда, предупреждению аварий, пожаров в отраслях производства, цехах, объектах повышенной опасности на руководителей и специалистов. Необходимо вести планирование мероприятий по охране труда и контроль за их выполнением. Руководители и специалисты

предприятия зачастую недостаточно знают свои обязанности в области охраны труда.

Производственный травматизм – сложное явление современной жизни, причины его кроются в многообразии рабочих мест и условий производства, а точная оценка сильно затруднена. И тем не менее, необходимы показатели, позволяющие оценить состояние травматизма и заболеваний на предприятии.

Существует несколько оценочных показателей, характеризующих состояние травматизма и заболеваний.

Коэффициент частоты травматизма определяют из выражения [6]:

$$\hat{E}_{\div} = \frac{1000 \cdot \dot{O}}{D}, \quad (3.24)$$

где $K_{\div}$ - коэффициент частоты; T - число травм за отчетный период; P - среднесписочное число работающих на предприятии.

Коэффициент тяжести определяют по формуле:

$$\hat{E}_{\circ} = \frac{\ddot{A}}{\dot{O}}, \quad (3.25)$$

где K_m - коэффициент тяжести; D - число дней, потерянных по нетрудоспособности всеми рабочими из-за несчастных случаев за отчетный период. Коэффициент потерь рабочего времени определяют по формуле:

$$\hat{E}_i = \hat{E}_{\div} \cdot \hat{E}_{\circ} \quad (3.26)$$

Такой анализ травматизма позволяет найти места с неблагоприятными условиями труда, конкретно проводить работу по его профилактике. Практика показывает, что работа по профилактике травматизма на основе всестороннего анализа позволяет значительного его снижения.

3.5.1 Разработка инструкции для оператора по безопасности труда

«Утверждено»

На заседании профсоюзного комитета

от « » ____ 20.. г. Пр.№ ____

«Утверждаю»

Директор предприятия

« » _____ 20.. г.

Ф.И.О.

Инструкция

по охране труда для оператора по обслуживанию аппарата для
охлаждения творога.

1 Общие требования охраны труда

1.1 Настоящая инструкция распространяется на работы, связанные с обслуживанием и эксплуатацией аппарата для охлаждения творога.

1.2 К работе допускаются лица:

- не моложе 18 лет;
- прошедшие медицинскую комиссию;
- обученные по специальной программе;
- изучившие инструкцию по безопасной работе и получившие соответствующее удостоверение квалификационной комиссии.

1.3 Обслуживающий персонал должен знать следующие инструкции:

- должностную инструкцию машиниста холодильных установок;
- инструкцию по пуску, эксплуатации и остановке аппарата такого типа;
- инструкцию по ремонту;
- инструкцию по противопожарной профилактике и порядке действий при пожаре;
- инструкцию по правилам пользования индивидуальными средствами защиты от вредных газов;
- инструкцию по технике безопасности для персонала холодильных установок;
- инструкцию по обслуживанию и эксплуатации сосудов, подведомственных Ростехнадзору;
- инструкцию по зарядке систем хладагентом.

1.2 При обслуживании электроустановок необходимо иметь средства защиты (диэлектрическую подставку, коврики, калоши, перчатки)

1.3 Узлы и детали аппарата, соприкасающиеся с молоком и молочными продуктами должны быть изготовлены из материалов, не оказывающих вредное влияние на продукцию и допускающую мойку и дезинфекцию

моющими растворами.

- 1.4 Все опасные зоны (приводные, передаточные исполнительные механизмы) должны быть снабжены легкими, прочными, надежно закрепленные и быстро съемными ограждениями.
- 1.5 Оборудование при работе не должно создавать шум и вибрации, превышающие допустимые нормы.
- 1.6 Конструкция оборудования должна быть предельно предусмотрена от поражения электрическим током.
- 1.7 На рабочем месте запрещается нахождение посторонних лиц.
- 1.8 На рабочем месте запрещается курить.
- 1.9 Нельзя оставлять включенное оборудование без присмотра даже на короткое время.
- 1.10 При несчастном случае работник обязан оказать первую помощь себе и потерпевшему и немедленно сообщить администрации о травматизме или заболевании.
- 1.11 За не выполнении требований настоящей инструкции виновные привлекаются к ответственности в соответствии с действующим законодательством.

2 Требования охраны труда перед началом работы

- 2.1 Перед началом работы необходимо одеть спецодежду (белый халат, косынку, резиновые сапоги).
- 2.2 Вымыть руки дезинфицирующими средствами и промыть в проточной воде с мылом.
- 2.3 Проверить исправность оборудования.
- 2.4 О всех неисправностях оборудования немедленно сообщить мастеру цеха.

3. Требования охраны труда во время работы

- 3.1 Приводные и натяжные станции должны быть надежно ограждены быстросъемными ограждениями.
- 3.2 Перед пуском аппарата необходимо убедиться в отсутствии на рабочих

местах посторонних предметов, которые при работе аппарата могут привести к его заклиниванию и предупредить находящийся в цехе персонал о его включении.

3.3 Для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током все токоведущие части, находящиеся под напряжением должны быть изолированы.

3.4 При работе с электрооборудованием необходимо пользоваться средствами защиты (диэлектрические перчатки, коврик, калоши и др.)

3.5 О всех неисправностях доложить мастеру цеха.

3.6 На рабочем месте должен находиться огнетушитель и пожарный щит с набором инструментов.

3.7 При возникновении пожара на рабочем месте необходимо отключить оборудование, предупредить о возникновении пожара находящихся поблизости людей и несмотря ни на что немедленно приступить к тушению пожара.

3.8 При получении травмы на рабочем месте необходимо оказать пострадавшему первую медицинскую помощь, сообщить мастеру цеха и направить пострадавшего в ближайшее медицинское учреждение.

3.9 Для оказания первой помощи пострадавшему на рабочем месте необходимо иметь аптечку с набором медикаментозных и перевязочных средств.

4 Требования охраны труда в аварийных ситуациях

4.1 При ощущении электрического тока, при возникновении пожара на транспорте или на рабочем месте немедленно отключить транспортер.

4.2 При возникновении пожара следует оповестить и эвакуировать в безопасное место рядом работающих, приступить к тушению, используя первичные средства пожаротушения (огнетушитель (углекислый или порошковый), лопату с песком).

4.3 Запрещается тушить горящую электропроводку и электрооборудование

водой и химически-пенным огнетушителем во избежание поражения электрическим током.

- 4.4 При попадании под действие электрического тока любого лица немедленно принять меры к обесточиванию оборудования и оказания первой доврачебной помощи.
- 4.5 О травмах немедленно сообщить мастеру цеха и при необходимости обратиться в лечебное учреждение.

5 Требования охраны труда по окончании работы

- 5.1 Отключить аппарат от сети.
- 5.2 Промыть аппарат моющими средствами.
- 5.3 Навести порядок на своем рабочем месте.
- 5.4 Снять спецодежду, убрать в специальное место.
- 5.5 Вымыть руки и лицо в проточной воде.
- 5.6 Убедиться, что в цехе никого нет выключить свет и закрыть цех.
- 5.7 О всех неисправностях сообщать руководству.
- 5.8 Покинуть помещение.

Разработал _____

Согласовано: _____

3.6 Правила экологической эксплуатации

В силу специфики производства на предприятиях молочной промышленности используют вещества, которые представляют опасность как для природы, так и для человека, например газы: аммиак. Для промывки и дезинфекции трубопроводов используют химические моющие средства - кальцинированную соду, порошки с поверхностно активными веществами. На предприятиях молочной промышленности широко применяются разнообразные мероприятия по охране труда: оснащение предприятий установками для очистки воздуха, снижение водопотребления, постройка и реконструкция очистных сооружений на многих действующих предприятиях отрасли, ввод в эксплуатацию мощностей по очистке сточных вод на вновь построенных предприятиях. Для предприятий молочной промышленности важным

направлением является защита сырья и пищевой продукции от опасности загрязнения различными химическими веществами, применяемыми, как в сельском хозяйстве, так и в процессе промышленного производства.

Основным источником загрязнения воздушного бассейна в молочной промышленности является производство сухого молока и молочных продуктов (сушильные установки, огневые калориферы), жестянобаночный цех (лужение, лакировка, травление, пайка), производство казеина (дробилки, казеиносушилки), отделение мойки тары и оборудования, производство мороженого (печь для выпечки вафельных стаканчиков), сыродельное отделение (парафинеры, коптилки сыра).

Максимальное использование энергетических и пищевых ценностей сырья для переработки позволит сократить вредные стоки в водоемы и на фильтрационные поля. Введение в эксплуатацию очистных сооружений и установки по нейтрализации сточных вод улучшает качество стоков, доводит их до санитарных норм. Плановое и технически грамотное ведение ремонтно-обслуживающих работ в компрессорных цехах холодильного хозяйства, позволит уменьшить вероятность создания аварийной ситуации и свести к минимуму выбросы и утечки аммиака.

3.7 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;

- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;

- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;

- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3.8 Технико-экономическая оценка конструкторской разработки

Экономическая эффективность средств механизации в целом оценивается общими и дополнительными капиталовложениями, необходимыми для осуществления механизации; суммарными годовыми эксплуатационными затратами; себестоимостью единицы продукции; затратами труда на единицу продукции; сроком окупаемости дополнительных капиталовложений; прибылью предприятия; уровнем рентабельности производства продукции на предприятии.

Таблица 3.2- Стоимость оборудования цеха

Наименование	Количество	Стоимость оборудования руб.	Стоимость всего руб.
Резервуар для хранения молока	2	10250	20500
Уровнительный бак	1	18000	18000
Насос центробежный	2	14600	29200
Пастеризационная охлаждающая установка	1	106947	106947
Молокоочиститель	1	60500	60500
Ванна для сквашивания молока	2	38607	77214

Установка для охлаждения творога проект	1	127111	127111
Фасовочный автомат	1	48208	48208
Итого:	-	-	487680

Расчет стоимости основных производственных фондов C_o , руб:

$$C_o = C_{зд} + C_{об} \quad (3.27)$$

где $C_{зд}$ – стоимость здания, руб; $C_{об}$ – стоимость оборудования, руб;

$$C_o = 201600 + 487680 = 689280 \text{ руб}$$

Расчет стоимости валовой продукции за год $C_{вп}$, руб производится по формуле:

$$C_{вп} = 260 * A * C_{оц} \quad (3.28)$$

где A – производительность проектируемого цеха в смену, кг; $C_{оц}$ – цена реализации 1 кг продукции, руб.

$$C_{вп} = 260 * 2000 * 80 = 41600000,$$

Определяем сумму затрат на производство продукции за год $C_{г}$, руб по формуле:

$$C_{г} = C_a + C_p + C_э + C_o + C_{спр} + C_{оп} + C_m \quad (3.29)$$

где C_a – затраты на амортизацию, руб; C_p – затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание, руб; $C_э$ - затраты на электроэнергию, руб; $C_{оп}$ – общепроизводственные накладные расходы, руб; C_o – затраты на оплату труда, руб; $C_{спр}$ – прочие затраты, руб; C_m – затраты на сырье, руб.

Затраты на амортизацию C_a , руб рассчитываем по формуле:

$$C_a = C_{зд} * k_{зд} + C_{об} * k_{об} \quad (3.30)$$

где $C_{зд}, C_{об}$ – стоимость зданий и оборудования, руб; $k_{зд}, k_{об}$ – нормативный коэффициент отчисления со стоимостью зданий и оборудования, %.

$$C_a = 201600 * 2,2 + 487680 * 15,5 = 80025,6 \text{ руб}$$

Затраты на электроэнергию $C_э$, руб определяем по формуле:

$$C_э = Э_n * V_n * C_{квт} \quad (3.31)$$

где $Э_n$ – норма расхода электроэнергии на 1 тонну продукта для заводов

данного типа, кВт; $C_{квт}$ – стоимость 1 кВт электроэнергии, руб.

$$C_э = 113 * 102,8 * 1,5 = 17424,6 \text{ руб}$$

Затраты на оплату труда C_o , определяем по формуле:

$$C_o = 12 * n * C_m \quad (3.32)$$

где n – количество работающих человек; C_m – среднемесячная зарплата на заводе, руб; C_{np} - по среднегодовым данным предприятия, руб (81741,67 руб).

$$C_o = 12 \cdot 1 \cdot 2,542 = 30497,84 \text{ руб}$$

Расчитываем общепроизводственные накладные расходы $C_{оп}$, руб по формуле:

$$C_{оп} = (C_a + C_p + C_э + C_o + C_{пр}) * 0,2 \quad (3.33)$$

$$C_{\text{оп}} = (80025,6 + 65049,66 + 17424 + 30497,84 + 81741,67) \cdot 0,2 = 54948,75 \text{ руб}$$

Затраты на сырье C_m , руб определяем по формуле:

$$C_m = M \cdot M_c + 50 \cdot M_c \quad (3.34)$$

где M – себестоимость молока в хозяйстве, руб/т; M_c – необходимое количество сырья, т; 50 - средняя стоимость перевозки 1т, руб.

$$C_m = 265 \cdot 5112 + 50 \cdot 265 = 3511 \text{ тыс. руб}$$

По полученным значениям определяем сумму затрат на производство продукции за год:

$$C_{\text{г}} = 80025,6 + 65049,66 + 17424,6 + 30497,84 + 81741,67 + 54948,75 + 3511800 = \\ = 38406,9 \text{ тыс. руб}$$

Определяем себестоимость 1кг произведенного продукта C_c , руб/кг по формуле:

$$C_c = C_{\text{п}} / C \quad (3.35)$$

где $C_{\text{п}}$ – производственные затраты, руб; C – валовая продукция, кг

$$C_c = \frac{38406,9}{520000} = 73,86 \text{ руб/кг}$$

Размер дополнительных капиталовложений, необходимых для модернизации цеха:

$$K = 127111 \text{ руб.} \quad (3.36)$$

Годовая чистая прибыль определяется по формуле:

$$\Pi = 3315 - 3207 = 108 \text{ тыс.руб.} \quad (3.37)$$

Срок окупаемости капиталовложений O_n , лет определяется по формуле:

$$O_n = \frac{K}{\Pi_q}, \quad (3.38)$$

где K - объем капиталовложений, руб.; Π_q - годовая чистая прибыль, руб.

$$O_n = \frac{127,1}{108} = 1,17 \text{ года}$$

Определяем коэффициент эффективности капитальных вложений по формуле:

$$K_{эф} = \frac{\Pi_q}{K} \quad (3.39)$$

$$K_{эф} = \frac{108}{127,1} = 0,84 \text{ года.}$$

Таблица 3.3 - Техничко-экономические показатели проекта

Показатели	Вариант		Разность (+,-)
	Исходный	Проектный	
Дополнительные капитальные вложения, тыс. руб.	—	127,1	—
Объем продукции, т	540	540	0
Производительность за смену, кг	2200	2200	0
Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	41600	41600	0
Себестоимость продукции, руб/кг	74,06	73,86	0,2
Цена реализованной продукции, за 1 кг, руб.	80,0	80,0	0
Прибыль, тыс. руб.	3207	3315	108
Рентабельность, %	8,0	8,3	+3
Коэффициент эффективности капиталовложений	—	0,84	—

Срок окупаемости, лет	–	1,17	–
-----------------------	---	------	---

3.7 Выводы по разделу

Выполненные конструктивные расчеты показывают работоспособность конструкции охладителя творога, ее надежность и высокие технико-экономические показатели. Приведенные в таблице 3.3 технико-экономические показатели, свидетельствует о том, что данная разработка в цехе производства творога позволит получить прибыль 108 тыс. руб. со сроком окупаемости 1,17 года.

ВЫВОДЫ

Проанализировав технологию производственных процессов линии творога, была определена необходимость в модернизации устаревшего оборудования для охлаждения творога.

Конструкторская разработка является эффективным теплообменным аппаратом, обеспечивающим качество выпускаемой продукции, конструктивные расчеты показывают работоспособность конструкции охладителя творога.

В выпускной квалификационной работе разработаны мероприятия по улучшению охраны труда на предприятии, была составлена инструкция по охране труда для оператора по обслуживанию аппарата для охлаждения творога и правила экологической эксплуатации.

Необходимость внедрения данной конструкторской разработки подтверждена экономическими расчетами. Значения показателей эффективности проекта свидетельствуют о том, что данная разработка при относительно малых дополнительных капитальных вложениях позволяет снизить себестоимость выпускаемой продукции, повысить рентабельность производства.