

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**КАФЕДРА «МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ»**

С.Ю. Бузоверов, М.В. Селиверстов, В.И. Лобанов

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА**

Методическое пособие

Барнаул 2019

УДК 621.56

Рецензенты:

к.т.н., директор ООО «Экспериментальный сыродельный завод» г. Барнаула

В.Ф. Хавров;

к.т.н., доцент, декан факультета заочного обучения ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» **А.А. Болтенков.**

Бузоверов С.Ю., Селиверстов М.В., Лобанов В.И. Технологическое оборудование для тепловой обработки молока: методическое пособие. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019. – 25 с.

В методическом пособии изложены общие сведения по первичной переработке молока, рассмотрено устройство и принцип работы оборудования для транспортирования молока, его учета, взвешивания, первичной и глубокой очистки, а так же гомогенизации. Материал пособия позволит студентам освоить соответствующие разделы программы курса изучаемых дисциплин: «Технологическое оборудование для хранения и переработки с.-х. продукции»; «Оборудование перерабатывающих производств»; «Процессы и аппараты».

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения направлений подготовки: 35.03.06 – «Агроинженерия», профиль «Технологическое оборудование для хранения и переработки с.-х. продукции» (уровень высшего образования – бакалавриат); 35.03.07 – «Технология производства и переработки с.-х. продукции» (уровень высшего образования – бакалавриат); 19.03.03 – «Продукты питания животного происхождения» (уровень высшего образования – бакалавриат).

Рассмотрено и рекомендовано к изданию кафедрой «Механизация производства и переработки сельскохозяйственной продукции» инженерного факультета ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» (протокол №8 от 15.04.2019 г.).

© Бузоверов С.Ю., Селиверстов М.В.,
Лобанов В.И., 2019

© ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, 2019

Содержание

Введение	4
1 Аппараты для охлаждения и нагрева молока	5
2 Оборудование для пастеризации	15
3 Пластинчатые пастеризаторы	19
4 Установка для вакуум-термической обработки молока.....	23
Контрольные вопросы.....	24

ВВЕДЕНИЕ

Тепловую обработку молока проводят при разной температуре на различном оборудовании. При охлаждении молочного сырья замедляется жизнедеятельность микроорганизмов, вызывающих порчу, и увеличивается срок хранения молока в свежем виде.

Нагревание молока интенсифицирует многие технологические операции. Пастеризация молока и молочных продуктов служит для подавления жизнедеятельности микроорганизмов, находящихся в вегетативной форме.

Стерилизация молока и молочных продуктов обеспечивает уничтожение не только вегетативных, но и споровых форм микроорганизмов, что позволяет значительно увеличить срок хранения готовых изделий.

Вакуум-термическую обработку применяют для удаления из жидких молочных продуктов посторонних запахов и привкусов.

Применяемое в молочной промышленности оборудование для тепловой обработки молока представляет собой отдельные аппараты: пастеризационно-охладительные или стерилизационные установки.

Оборудование классифицируют по характеру соприкосновения продукта и окружающего воздуха – открытые и закрытые; по форме рабочих органов – плоские и круглые; по профилю поверхности рабочих органов – трубчатые и пластинчатые; по конструкции – однорядные и многорядные (пакетные); по числу секций – односекционные и многосекционные; по направлению движения охлаждающей жидкости по отношению к охлаждаемому продукту – прямоточные и противоточные. Среди аппаратов для охлаждения молока наибольшее распространение получили охладители открытого (оросительные и емкостные) и закрытого (трубчатые и пластинчатые) типов.

Для нагрева молока применяют подогреватели емкостного, трубчатого и пластинчатого типов. В качестве емкостных подогревателей обычно используют емкости специального назначения и ванны длительной пастеризации.

Трубчатые и пластинчатые подогреватели несущественно отличаются от охладителей подобных типов. В этих аппаратах вместо охлаждающей жидкости подают пар или, реже, горячую воду.

Оборудование для пастеризации и стерилизации молока в зависимости от характера выполнения операции делят на аппараты непрерывного и периодического действия. По виду источника энергии различают паровые, электрические и комбинированные аппараты.

1 АППАРАТЫ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ И НАГРЕВА МОЛОКА

При охлаждении молока и продуктов его переработки применяют открытые и закрытые охладители.

Охладители открытого типа применяют преимущественно для охлаждения небольшого количества молока и делят на оросительные и емкостные.

Открытый оросительный охладитель (рис. 1) представляет собой вертикальную стенку из горизонтальных труб, размещенных одна над другой. Внутри труб циркулирует вода или рассол. Охлаждаемое молоко стекает на поверхность труб из распределительного желоба и собирается в сборнике. Для уменьшения размеров охладительные установки изготовляют в виде параллельных секций. В этом случае желоб распределяет молоко на каждую секцию.

В некоторых оросительных охладителях в качестве хладоносителя применяют аммиак или фреон. При таком охлаждении в секцию снизу вводят жидкий хладагент, например аммиак. В газообразном виде он отсасывается компрессором. Охладительные секции в этом случае изготовляют из нержавеющей стали

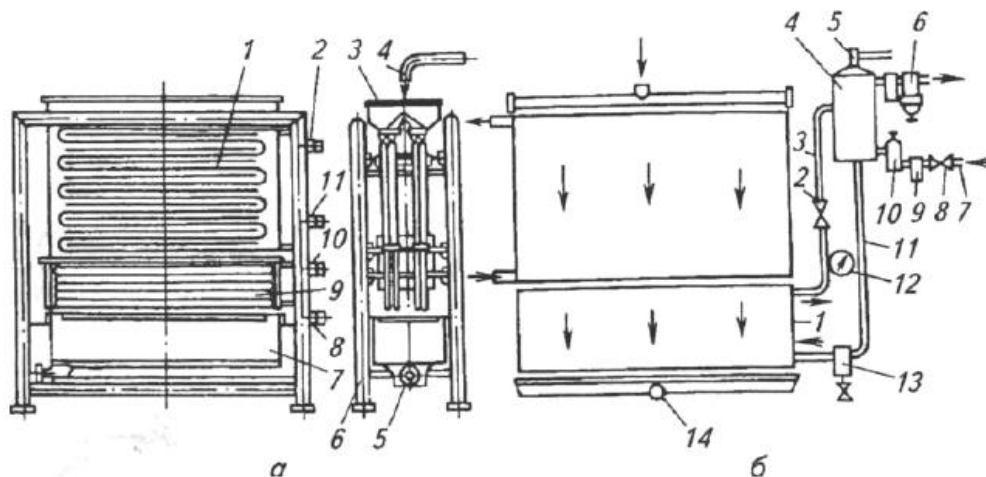


Рисунок 1 - Открытый оросительный охладитель:

а – общий вид: 1 – секция охлаждения холодной водой; 2 – патрубок для выхода холодной воды; 3 – распределительный желоб; 4 – патрубок для подачи продукта; 5 – патрубок для выхода охлажденного продукта; 6 – рама; 7 – сборник; 8 – патрубок для подачи рассола; 9 – секция охлаждения рассолом; 10 – патрубок для выхода рассола; 11 – патрубок для подачи холодной воды;

б – система аммиачного охлаждения: 1 – секция охлаждения аммиаком; 2, 8 – запорные вентили; 3 – трубопровод для газообразного аммиака; 4 – аккумулятор; 5 – предохранительный клапан; 6 – бародросселирующий клапан; 7 – патрубок для подачи жидкого аммиака; 9 – фильтр; 10 – регулирующий клапан; 11 – трубопровод для жидкого аммиака; 12 – мановакуумметр; 13 – маслоотделитель; 14 – патрубок для выхода охлажденного продукта.

В поточных линиях доения коров и первичной обработки молока применяют круглые оросительные охладители, работающие в закрытом потоке под вакуумом. Однако при одинаковой производительности с плоскими охладителями круглые имеют значительно большие размеры, что ограничивает их применение.

Емкостные охладители являются универсальным оборудованием и служат для сбора, охлаждения и хранения молока. Широкое применение они получили на фермах, а также на молокоперерабатывающих предприятиях малой и средней мощности.

Молоко в емкостях охлаждается двумя способами: непосредственно кипящим хладагентом и посредством промежуточного хладоносителя. Следует отметить, что в расчете на 1 л охлажденного молока в первом случае затрачивается почти в 3 раза меньше электроэнергии, чем во втором.

Емкости с непосредственным охлаждением молока выпускают со встроенным и автономным холодильным агрегатом. Автономным холодильным агрегатом, как правило, комплектуют емкости большой вместимости (1000 л и больше), так как в этом случае для эффективной работы агрегата возникает необходимость установки вентиляционного оборудования или рекуператора теплоты. Емкость с непосредственным охлаждением молока состоит из ванны, в нижней части которой находится щелевой испаритель, мешалки с приводом, откидных крышек и фреоновых трубопроводов.

Пространство между ванной и корпусом емкости заполнено пенополиуретановой термоизоляцией, плотно прилегающей к стенке емкости. Корпус емкости изготовлен из неметаллического материала. Откидные крышки и небольшая высота емкости обеспечивают удобство ручной мойки.

Емкости с промежуточным хладоносителем могут иметь змеевиковую, оросительную или рубашечную систему охлаждения. Первые две применяют в емкостях специального назначения при выработке каких-либо молочных продуктов.

Емкости с рубашечной системой охлаждения типа РПО вместимостью 1600 и 2500 л получили наибольшее распространение.

Принцип их работы заключается в подаче охлажденной с помощью холодильной установки воды в рубашку емкости при одновременном перемешивании молока мешалкой лопастного типа.

Закрытые охладители бывают двух типов: трубчатые и пластинчатые.

Трубчатые аппараты делят на кожухотрубные (типа «труба в трубе»), элементные (секционные) и змеевиковые.

Кожухотрубные теплообменники получили в промышленности широкое применение благодаря своей компактности, простоте в изготовлении и надежности в работе.

Основным исполнительным органом пластинчатого аппарата является теплообменная пластина. Ее изготавливают методом холодного штампования из нержавеющей тонколистовой стали толщиной 0,8...1,5 мм. Для турбулизации потока движущегося молока пластины имеют специальные гофры.

В отечественных аппаратах применяют ленточно- и сетчато-поточные пластины, различающиеся направлением гофр: первые имеют горизонтальное направление, а вторые – наклонное (под углом 60°). При сборке две сомкнутые ленточно-поточные пластины образуют извилистый канал, двигаясь по которому молоко подвергается искусственной турбулизации, что повышает эффективность теплообмена. При сборке каналов сетчато-поточных пластин «елки» гофр одной

пластины должны быть направлены вверх, а соседней – вниз. В результате такой сборки наклонные гофры взаимно пересекаются и образуют равномерно распределенную сетку опор, но в поверхности пластины. Это придает пакету достаточную жесткость, предотвращает деформацию пластин при большом перепаде давлений по обе стороны пластины и создает турбулизацию потока.

По назначению в аппарате пластины бывают рядовые (рабочие), граничные и концевые. В пластине по ее периметру, а также вокруг отдельных отверстий выштампованы канавки, в которые вкладывают уплотнительные прокладки. Их можно приклеивать к пластине или закреплять, защелкивая в канавках при помощи специального замка. По местонахождению уплотнительных прокладок пластины подразделяют на двусторонние, односторонние и гладкие. В зависимости от относительного расположения прокладок пластины бывают левые и правые. По относительному расположению входа, выхода и общего потока направления продукта пластины бывают прямые и диагональные.

Рядовые пластины имеют 4 угловых отверстия, образующие при сборке продольные коллекторные каналы. Граничные пластины имеют неполное число угловых отверстий (менее 4), и их устанавливают в места, где требуется изменить направление потока молока. Концевые пластины устанавливают по концам секций. Они непосредственно примыкают к разделительным и нажимным плитам. Элементом пластинчатого аппарата является канал между двумя соседними пластинами. Все пластины в аппарате собирают в пакеты. Пакет – это группа пластин, между которыми продукт или теплоноситель движется в одном направлении. Пакеты пластин образуют секции аппарата, которые в зависимости от компоновки могут выполнять различные процессы: нагрев, пастеризацию, рекуперацию и охлаждение. Компоновка пакетов выражается дробью и называется формулой компоновки $(4 + 3 + 4)/(6 + 6)$. Цифры в числителе или в знаменателе, разделенные знаками «+», соответствуют числу пакетов в аппарате (секции), соединенных между собой последовательно.

Каждая цифра соответствует числу каналов в пакете. Формула компоновки, приведенная выше, показывает, что продукт в аппарате движется по трем последовательно расположенным пакетам, причем крайние пакеты состоят из четырех, средний – из трех параллельных каналов, а теплоноситель движется по двум пакетам, состоящим из шести каналов каждый.

В пластинчатом аппарате (рис.2а) на передней и задней стойках закреплены концы верхней и нижней штанг. Верхняя штанга предназначена для подвески теплообменных пластин. По периферии каждой пластины в специальной канавке уложена большая резиновая прокладка, которая на лицевой стороне пластины ограничивает канал для соответствующего потока среды. Пластина имеет угловые отверстия, вокруг которых уложены малые кольцевые резиновые прокладки. Уплотнительные прокладки после сборки и сжатия пластин в аппарате образуют две изолированные системы герметичных каналов. Одна из этих систем предназначена для горячей рабочей среды, другая – для холодной. Каждая из систем межпластинных каналов образует свой коллектор. Холодная рабочая среда попадает в коллектор через штуцер 1, расположенный на стойке. По нему среда дохо-

дит до пластины 6, которая имеет глухой угол (отверстие отсутствует), и растекается в межпластинных каналах. Рабочая среда, собираясь в нижнем коллекторе, который образован нижними угловыми отверстиями, выходит из аппарата через штуцер 11. Горячая рабочая среда входит в аппарат через штуцер 12 и попадает в нижний коллектор. Далее она растекается в межпластинных каналах и, двигаясь снизу вверх (противотоком по отношению к холодной рабочей среде), собирается в верхнем коллекторе. Из аппарата горячая рабочая среда выходит через штуцер 2. Уплотнительные прокладки в аппарате обеспечивают герметичность и чередование межпластинных каналов для горячей и холодной рабочих сред. Все пластины плотно сжимаются нажимной пластиной и винтом.

Трубчатые аппараты изготавливают на основе модифицированных теплообменных цилиндров. В этих цилиндрах основным элементом являются трубки, вмонтированные в трубные решетки. Последние вставлены в теплоизолированный цилиндр, закрытый кожухом.

Тепло- или хладоноситель подают в межтрубное пространство, а продукт – в трубки. Трубчатые аппараты имеют ряд преимуществ: небольшое количество уплотнительных резиновых прокладок и их малые размеры; возможность создания высоких скоростей движения продукта для повышения эффективности теплообмена: нагрев продукта до температуры более 100 °С; высокая надежность при эксплуатации, а также возможность применения механических способов очистки внутренней поверхности теплопередающих трубок (необходимо предусмотреть определенное пространство для пользования длинными ершами при их чистке). Схема теплообменного цилиндра трубчатых аппаратов показана на рис.2б.

Для нагрева молока перед сепарированием используют **пластинчатые установки марки А1-ОНС**. В установку А1-ОНС-25 входят пластинчатый аппарат, уравнильный бак с поплавковым регулятором уровня, стабилизатор потока, центробежный насос, пульт управления с приборами автоматического контроля и регулирования, конденсатоотводчик (если в качестве теплоносителя используется пар) и комплект трубопроводов.

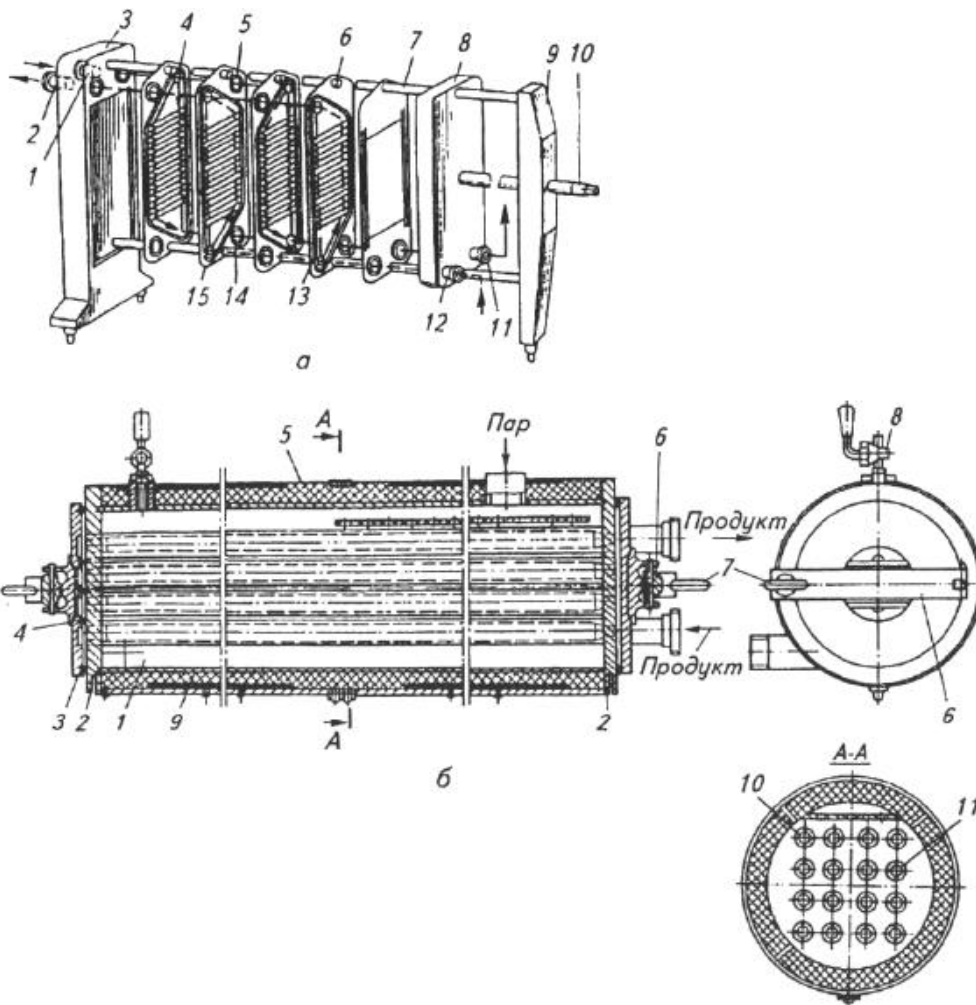


Рисунок 2 - Аппараты для тепловой обработки:

а – пластинчатый аппарат: 7, 2, 11, 12 – штуцера; 3 – передняя стойка; 4 – верхнее угловое отверстие; 5 – малая кольцевая резиновая прокладка; *б* – граничная пластина; 7 – штанга; 8 – нажимная плита; 9 – задняя стойка; 10 – винт; 13 – большая резиновая прокладка; 14 – нижнее угловое отверстие; 15 – рабочая пластина; *б* – трубчатый аппарат: 1 – цилиндр; 2 – трубная решетка; 3 – уплотнительная прокладка; 4 – крышка; 5 – облицовочный кожух; 6 – рычаг; 7 – гайка; 8 – кран для спуска воздуха; 9 – теплоизоляция; 10 – пастеризационная труба; 11 – вытеснитель.

Пластинчатый односекционный аппарат установки А1-ОНС-25 (рис. 3)

состоит из станины, нажимной плиты, набора теплообменных пластин и зажимного механизма.

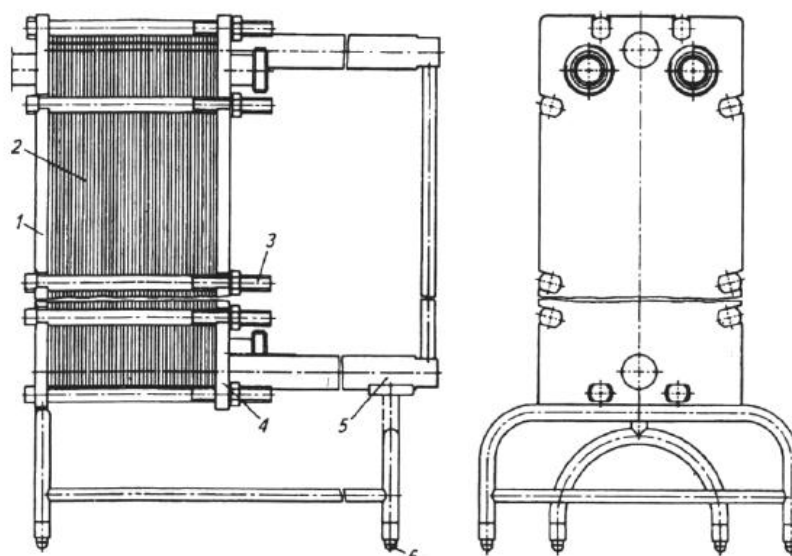


Рисунок 3 - Пластинчатый аппарат установки А1-ОНС-25:

1 – станина; 2 – пластины; 3 – зажимная стяжка; 4 – нажимная плита;
5 – направляющая штанга; 6 – ножка

В собранном аппарате с обеих сторон каждой пластины, исключая концевые, имеются каналы, по которым с одной стороны движется молоко, а с другой – пар и конденсат. Герметичность каналов в аппарате создается резиновыми прокладками, приклеенными в пазах пластин. Сжатие пластин в аппарате производится с помощью нажимной плиты и зажимного механизма.

Сырое молоко подают в уравнильный бак с поплавковым регулятором уровня и затем центробежным насосом – в нагреватель, где оно нагревается до заданной температуры. Нагретое молоко поступает в сепаратор, где разделяется на сливки и обезжиренное молоко. В случае нарушения заданного режима нагрева молоко направляется через клапан возврата в уравнильный бак. Конструкция остальных пластинчатых нагревателей аналогична.

Трубчатый подогреватель П8-ОАБ (рис. 4) изготовлен на базе унифицированного теплообменного цилиндра, применяемого для трубчатых пастеризационных установок.

Молоко насосом подается в цилиндр и последовательно проходит по 24 трубкам длиной 1,2 м каждая с внутренним диаметром 27 мм. Все детали подогревателя, соприкасающиеся с молоком, в том числе молокопровод, изготовлены из высококачественной нержавеющей стали. Молоко нагревается паром, поступающим в межтрубное пространство.

Подача пара регулируется вентилем. При нормальной работе аппарата вследствие обильной конденсации давление в цилиндре несколько меньше атмосферного.

Конструкция аппарата позволяет применять безразборную мойку.

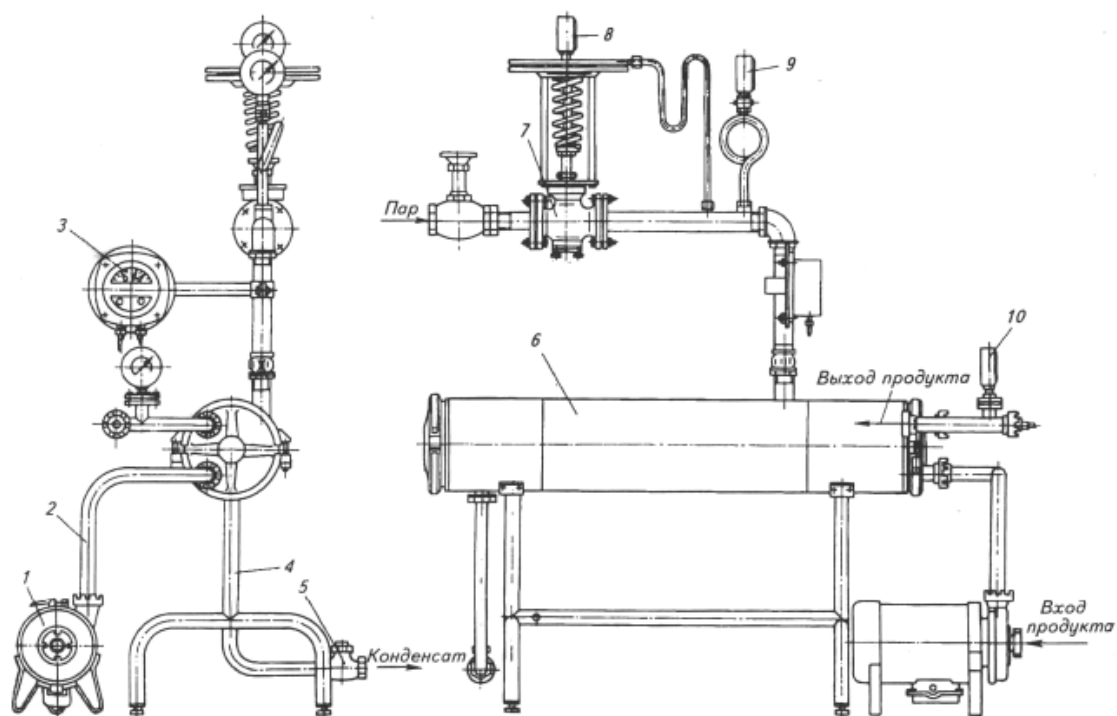


Рисунок 4 - Трубчатый подогреватель П8-ОАБ:

1 – насос для молока; 2 – молокопровод; 3 – термометр; 4 – подставка;
5 – конденсатоотводчик; 6 – цилиндр; 7 – регулятор давления;
10 – манометры

Технические характеристики оборудования для нагрева молока приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Техническая характеристика оборудования для нагрева молока

Показатель	А1-ОНЛ-5	А1-ОНЛ-10	А1-ОНС-25	П8-ОАБ
Производительность, л/ч	5000	10000	25000	5000
Температура нагретого молока, поступающего в аппарат, °С	5...10 30...45	4...12 25...40	4...12 25...40	10 50
Теплоноситель	Пар	Горячая вода	Пар	Пар
Расход пара, кг/ч	280	700	1800	370...390
Число пластин	10	22	48	–
Поверхность теплопередачи, м ²	2	4,4	9,6	2,25
Габариты, мм	1625×1550× ×1600	2300×1300× ×2500	2500×1800× ×2500	1510×890× ×1450

Для охлаждения широкое распространение получили **пластинчатые охладители**. Пластинчатые охладители А1-ООЛ-3, А1-ООЛ-5, А1-ООЛ-25 представляют собой односекционные аппараты, состоящие из станины, нажимной плиты и теплообменных пластин.

Общий вид *охладителя А1-ООЛ-3* показан на рис. 5. В станину входят главная стойка, две горизонтальные штанги с зажимными механизмами и поддерживающая стойка. В собранном охладителе с обеих сторон пластин, исключая крайние, образуются каналы, по которым с одной стороны пластины движется молоко, а с другой навстречу потоку молока – хладоноситель.

Теплообмен происходит путем передачи теплоты через пластину от молока к хладоносителю. Герметичность в аппарате создается уплотнительными прокладками из пищевой резины, приклеенными в пазах по контуру пластин, и затяжкой пластин зажимными механизмами через накладку. Требуемая степень сжатия определяется по табличкам со шкалой, расположенным на верхней и нижней распорках. На станине и нажимной плите имеются штуцера для подвода и отвода жидкостей. Для контроля температуры выходящего молока и входящей в аппарат ледяной воды предусмотрены термометры. Молоко, подлежащее охлаждению, из молокоцистерны центробежным насосом подается в охладитель, где встречным потоком ледяной воды охлаждается до 2...6 °С.

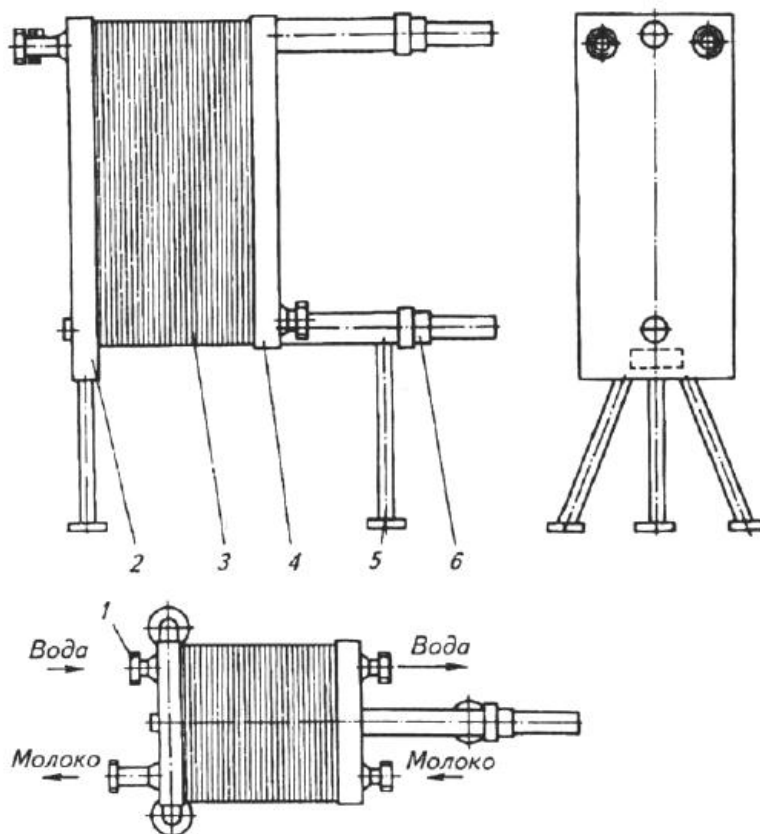


Рисунок 5 - Пластинчатый охладитель А1-ООЛ-3:

1 – штуцер; 2 – передняя стойка; 3 – теплообменная пластина; 4 – нажимная плита; 5 – подставка; 6 – зажимная муфта

В *охладитель 001-10* входят двухсекционный пластинчатый аппарат, пульт управления с приборами автоматического контроля и регулирования, трубопроводы с обвязкой регулирующего клапана. Охладитель устанавливают на полу без фундамента с помощью регулируемых по высоте ножек. Молоко температурой 30...35 °С подается насосом в секцию охлаждения водой, где охлаждается до

13...16 °С. Окончательное охлаждение молока до 2...6 °С происходит во второй секции.

Для охлаждения кефира применяют *установку А1-00Л-12,5* (рис. 6). В ее состав входят пластинчатый односекционный аппарат, электронасосный агрегат, щит управления с приборами контроля, регулирования и регистрирования, комплект приборов и средств автоматического управления, комплект трубопроводов и арматура

Предварительно охлажденная смесь поступает во вторую секцию для окончательного охлаждения до 6...10 °С. Из емкости, предназначенной для заквашивания молока и созревания кефира, продукт температурой 25...14 °С подается по трубопроводу насосом в пластинчатый аппарат и из него в промежуточный резервуар или непосредственно в фасовочно-упаковочную машину. Продукт охлаждается ледяной водой. Для охлаждения кефира до заданной температуры необходимо подавать в аппарат ледяную воду начальной температурой не выше 2 °С и кратностью не менее 3.

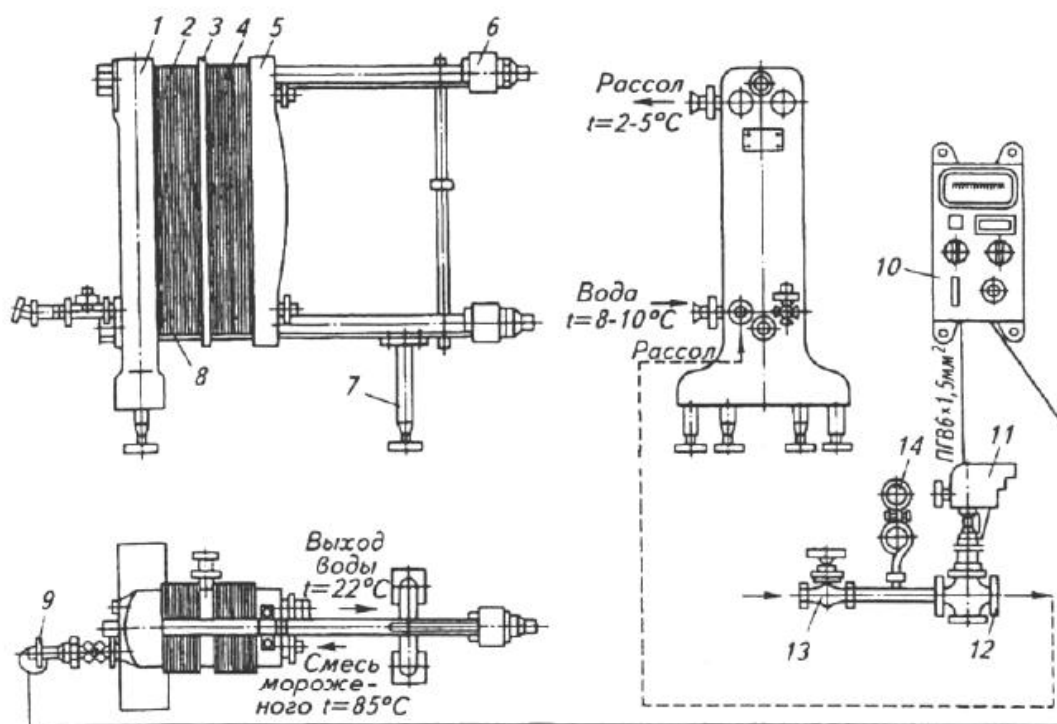


Рисунок 6 - Пластинчатая охлаждающая установка А1-00Л-1,25:

1 – станина; 2 – секция рассольного охлаждения; 3 – разделительная плита; 4 – секция водяного охлаждения; 5 – нажимная плита; 6 – зажимное устройство; 7 – опора; 8 – теплообменная пластина; 9 – термометр сопротивления; 10 – пульт управления; 11 – исполнительный механизм; 12 – регулирующий клапан; 13 – запорный муфтовый вентиль; 14 – манометр

Для сохранения консистенции продукта при его транспортировании к аппарату и от него диаметр трубопровода должен быть не менее 80 мм. Давление на входе и выходе установки контролируется манометрами по месту. Температура охлаждения кефира регулируется и регистрируется приборами на щите управления. Для этой цели служит платиновый термометр сопротивления, который рабо-

тает в комплекте с автоматическим мостом. Изотропный пневматический регулятор, встроенный в мост, управляет подачей ледяной воды в аппарат, воздействуя на клапан с пневмоприводом. Управление клапаном при работе в режиме дистанционного ручного управления осуществляется с пневмопанели.

Пластинчатая охладительная установка А1-ООЛ-1,25 предназначена также для охлаждения смесей мороженого. Пастеризованная и гомогенизированная смесь мороженого температурой 80...86°С поступает в пластинчатый аппарат, в секцию предварительного охлаждения, где охлаждается до 24...28°С артезианской или водопроводной водой температурой не выше 12°С.

Глубина охлаждения определяется видом обрабатываемой смеси. Хладоносителем в этой секции служит рассол начальной температурой от -5 до -7 °С. Использовать рассол более низкой температуры нельзя, так как может нарушиться стабильная работа охладителя, и смесь мороженого начнет замерзать в отдельных каналах аппарата и даже целых его пакетах. Давление рассола и воды в магистралях контролируется манометрами.

С помощью приборов на щите управления контролируют, регистрируют и регулируют температуру охлаждения смесей мороженого.

Технические характеристики пластинчатых охладителей приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Техническая характеристика пластинчатых охладителей

Показатель	А1-ООЛ-3	ОО1-У10	А1-ООЛ-12,5	А1-ООЛ-1,25
Производительность, л/ч	3000	10000	12500	1250
Температура, оС				
продукта начальная	30...35	20	22...26,	80...86
продукта конечная	2...6	2...6	14...16	6...10
воды	—	—	6...10	12
ледяной воды	0...1	0...1	—	—
рассола	—	—	0...1	-5; -7
Число пластин в аппарате	38	128	68	36
Габариты, мм	900×400× ×900	900×700× ×1450	2000×1845× ×1800	1440×480× ×1600
Масса, кг	198	840	1700	700

Для охлаждения молока на предприятиях малой мощности и фермах применяют пластинчатые охладители производительностью 1000 л/ч, пленочные охладители и другие аппараты.

2 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПАСТЕРИЗАЦИИ

Для пастеризации молока и молочных продуктов применяют емкостное оборудование периодического действия, установки на базе пластинчатых и трубчатых аппаратов и комбинированное оборудование. В емкостном оборудовании в качестве теплоносителя служат пар и горячая вода; в зависимости от конструкции оборудование бывает с электрическим нагревом теплоносителя и без него.

Ванна длительной пастеризации молока ВДП-300 состоит из внутреннего корпуса, выполненного из нержавеющей стали, заключенного в двустенный корпус. Под внутренним корпусом размещено паровое устройство с выводным патрубком.109

Продукт перемешивается мешалкой, вращающейся от привода. Он состоит из электродвигателя и фрикционной передачи, закрепленных на общей плите. Готовый продукт сливают через запорный кран диаметром 50 мм. Температура продукта и воды в межстенном пространстве контролируется термометрами. Ванна установлена на трех опорах, и для нее не нужен специальный фундамент.

После заполнения ванны молоком в межстенное пространство заливают воду до уровня переливной трубы. Вода подогревается паром и через стенки внутреннего корпуса теплота передается молоку. Для равномерного прогревания молоко перемешивается мешалкой. Для охлаждения продукта межстенное пространство ванны заполняют ледяной водой.

Пастеризованный продукт удаляют через молочный кран, а воду из межстенного пространства – через сливной патрубок.

Емкость универсальная Г2-ОТ2-А (рис. 7) предназначена для тепловой обработки молока и сливок при выработке топленого молока, ряженки, сметаны, кефира, смеси мороженого и других молочных продуктов.

Она представляет собой трехстенный цилиндрический вертикальный сосуд 3 на опорах 7 и состоит из внутренней нержавеющей ванны, заключенной в корпус и наружную обшивку. Под внутренней ванной размещена парораспределительная головка 9, к которой через трубопровод подводится пар. Патрубок для слива воды из межстенного пространства выведен вниз. К нему присоединены вентиль и трубопровод подачи холодной воды. Переливная труба служит для поддержания постоянного уровня воды в межстенном пространстве. Она присоединена к канализации с помощью воронки.

Через кран 6 диаметром 50 мм готовый продукт сливают. Термометр 12 служит для контроля температуры продукта. Крышка 10 емкости состоит из двух половин, одну из которых можно поднимать и опускать вручную. Вторая половина крышки прикреплена к корпусу ванны тремя болтами. Емкость установлена на трех расположенных по окружности опорах 7 и крепится фундаментными болтами.

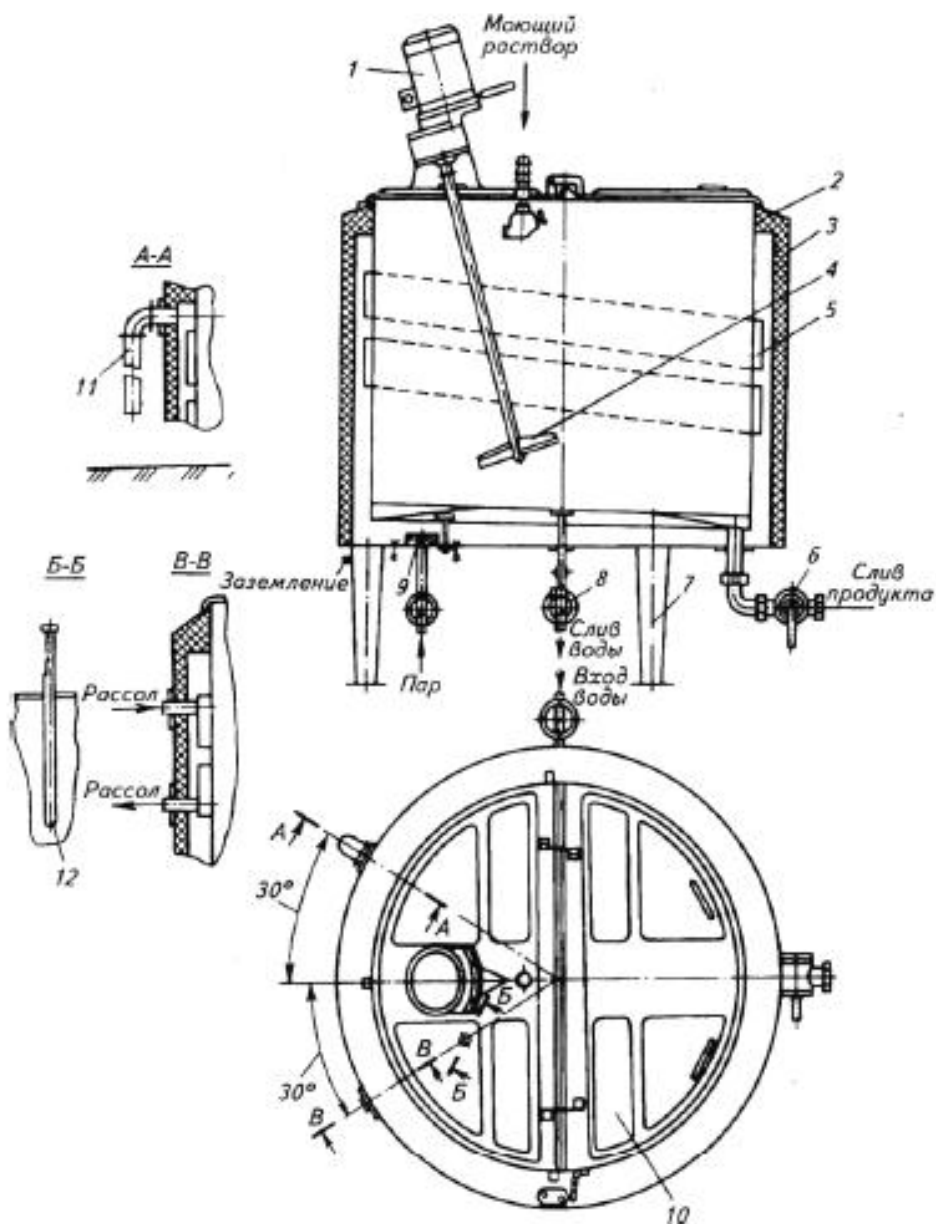


Рисунок 7 - Универсальная емкость Г2-ОТ2-А:

1 – привод мешалки; 2 – ванна; 3 – корпус; 4 – мешалка; 5 – змеевик; 6 – кран для слива; 7 – опора; 8 – вентиль; 9 – парораспределительная головка; 10 – крышка; 11 – сливная труба; 12 – термометр

Продукт нагревается пароводяной смесью. Для улучшения теплообмена продукт перемешивается мешалкой 4, вращающейся от привода 1. Для охлаждения продукта межстенное пространство заполняют ледяной водой. Кроме того, в верхней части внутренней ванны приварен по спирали змеевик 5, служащий для охлаждения продукта рассолом температурой от - 6 до - 10 °С при давлении не более 0,1 МПа.

Пастеризационная ванна Г6-ОПА-600 (Г6-ОПБ-1000) (рис. 8) состоит из внутренней ванны, двух электромагнитных вентилях 11 и шкафа управления.

Под внутренней нержавеющей ванной, заключенной в двустенный наруж-

ный корпус, размещена парораспределительная головка 9, к которой через трубопровод поступает пар.

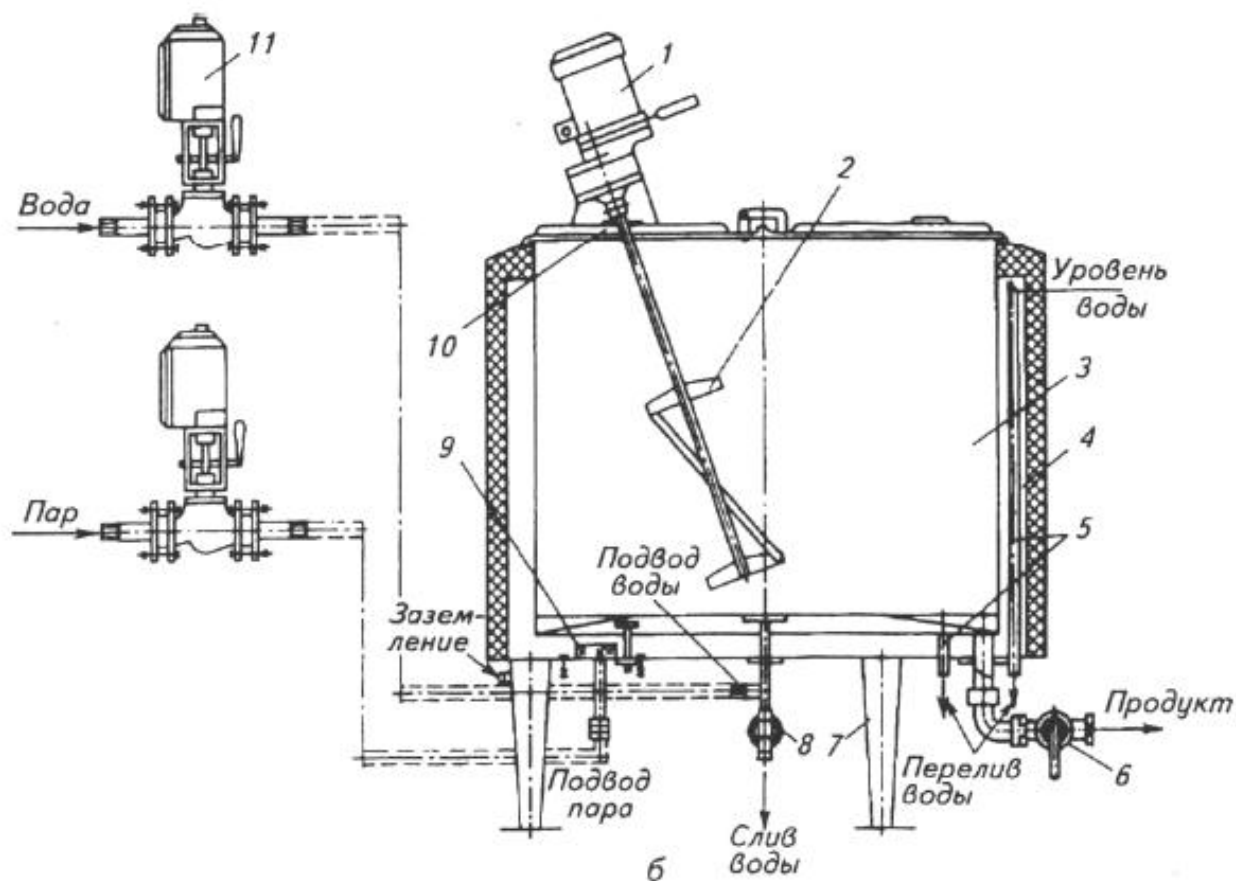


Рисунок 8 - Ванна Г6-ОПА-600 (Г6-ОПБ-1000):

1 – привод мешалки; 2 – мешалка; 3 – внутренняя ванна; 4 – корпус;
5 – переливные трубы; 6 – кран для слива; 7 – опора; 8 – вентиль;
9 – парораспределительная головка; 10 – крышка корпуса;
11 – электромагнитный вентиль.

Для слива воды из межстенного пространства в наружном днище предусмотрен патрубок с вентилем. Переливные трубы служат для поддержания уровня воды в межстенном пространстве.

Крышка 10 ванны состоит из двух половин, одну из которых легко поднимать и опускать вручную. При подъеме половины крышки через конечный выключатель отключается привод мешалки. Вторая половина крышки прикреплена к корпусу ванны тремя болтами. Ванна установлена на трех опорах под углом 120° и прикреплена к фундаменту с помощью анкерных болтов. Ванна заполняется продуктом до уровня сигнализатора. Продукт перемешивается мешалкой 2, вращающейся от привода 1.

Готовый продукт сливают через молочный кран 6. Температура продукта и воды в межстенном пространстве контролируется термометрами.

Нагрев продукта достигается за счет нагрева холодной воды в межстенном пространстве с помощью пара. Для улучшения теплообмена продукт перемешивается мешалкой. Для охлаждения продукта межстенное пространство ванны заполняют охлажденной водой. Поддержание постоянной температуры пастериза-

ции и охлаждения, включение в работу мешалки выполняются автоматически или вручную.

Аналогичные конструкции и принцип действия имеет **пастеризационная ванна ВПУ-500**.

В пастеризационных ваннах с электрическим нагревом встроены ТЭНы, управляемые терморегуляторами. Продолжительность нагрева контролирует реле времени. В остальном эти ванны практически не отличаются от описанных выше. Их технические характеристики приведены в табл. 3 и 4.

Таблица 3 - Техническая характеристика емкостного пастеризационного оборудования

Показатель	А1-ОНЛ-5	А1-ОНЛ-10	А1-ОНС-25	П8-ОАБ
Рабочая вместимость, м ³	0,3	0,35	1	0,6
Частота вращения мешалки, с ⁻¹	2,6...2,7	3	3	3
Поверхность теплообмена, м ²	2	2,3	5	3,5
Установленная мощность, кВт	0,6	0,75	0,75	0,75
Габариты, мм	1288×925× ×1370	1300×1030× ×1900	1569×1520× ×2045	1520×1440× ×1690
Масса, кг	165	187	520	485

Таблица 4 - Техническая характеристика емкостного пастеризационного оборудования

Показатель	Г6-ОПА-100	ВПУ-500	ВПЭ-300
Рабочая вместимость, м ³	1	0,5	0,3
Частота вращения мешалки, с ⁻¹	3	0,25	3
Поверхность теплообмена, м ²	5,1	2,5	2
Установленная мощность, кВт	0,75	0,25	19
Габариты, мм	1520×1440× ×2045	1615×1030× ×1220	1050×900× ×1800
Масса, кг	575	350	200

3 ПАСТЕРИЗАТОРЫ ПЛАСТИНЧАТОГО ТИПА

Установки ОП1-У2, А1-ОЛО/2, А1-ОКЛ-2 предназначены для тепловой обработки сливок. Они включают пластинчатый теплообменный аппарат, насос для продукта, насос для горячей воды, уравнильный бак, бойлер закрытого типа, инжектор, пульт управления, систему трубопроводов, автоматические клапаны возврата и циркуляции.

Пластинчатый теплообменный аппарат состоит из станины, двух промежуточных и одной нажимной плит, двух зажимных муфт, опор, подпятников, штуцеров для подвода и отвода сливок, тепло- и хладоносителей.

В собранном аппарате с обеих сторон пластин, кроме концевых, имеются каналы, по которым движутся жидкости с разной температурой. Каналы с более теплой жидкостью чередуются с каналами с холодной.

Через стенку пластины от более теплой жидкости теплота передается жидкости с низкой температурой. Герметичность каналов в аппарате обеспечивается резиновыми цельноформованными прокладками, приклеиваемыми в пазах пластин. Сжатие пластин в аппарате происходит посредством главной стойки, нажимной плиты, распорок и зажимных муфт.

Исходные сливки поступают в *уравнильный бак установки А1-ОКЛ-2* (рис. 9), который с помощью поплавково-клапанного устройства заполняют до определенного уровня, и этот уровень в процессе работы поддерживается постоянным. Из уравнильного бака сливки насосом подаются в пластинчатый аппарат: в секцию регенерации, затем пастеризации, где они нагреваются до 85...90°C, и через автоматический клапан снова направляются в аппарат на охлаждение в секции регенерации и охлаждения.

Сливки нагреваются отводящимися пастеризованными сливками (в секции регенерации) и горячей водой (в секции пастеризации), охлаждаются в секции регенерации за счет передачи теплоты холодным, поступающим в аппарат, сливкам и ледяной воде (в секции охлаждения). Приготовление горячей воды необходимых параметров производится в самой установке. Для этого предусмотрены бойлер, инжектор, автоматический клапан подачи пара, центробежный насос и система трубопроводов, с помощью которых это оборудование включается в замкнутый контур циркуляции горячей воды через пластинчатый аппарат. Охлажденные в аппарате сливки температурой 2...6 °С через автоматический клапан циркуляции отводятся из установки на розлив или хранение.

Установку А1-ОКЛ-2 применяют для смесей мороженого. В нее входят: пластинчатый теплообменный аппарат, бойлер закрытого типа, инжектор, выдерживатель трубчатого типа, уравнильный бак, насос для продукта, насос для горячей воды, пульт управления, система трубопроводов, автоматические клапаны возврата и циркуляции.

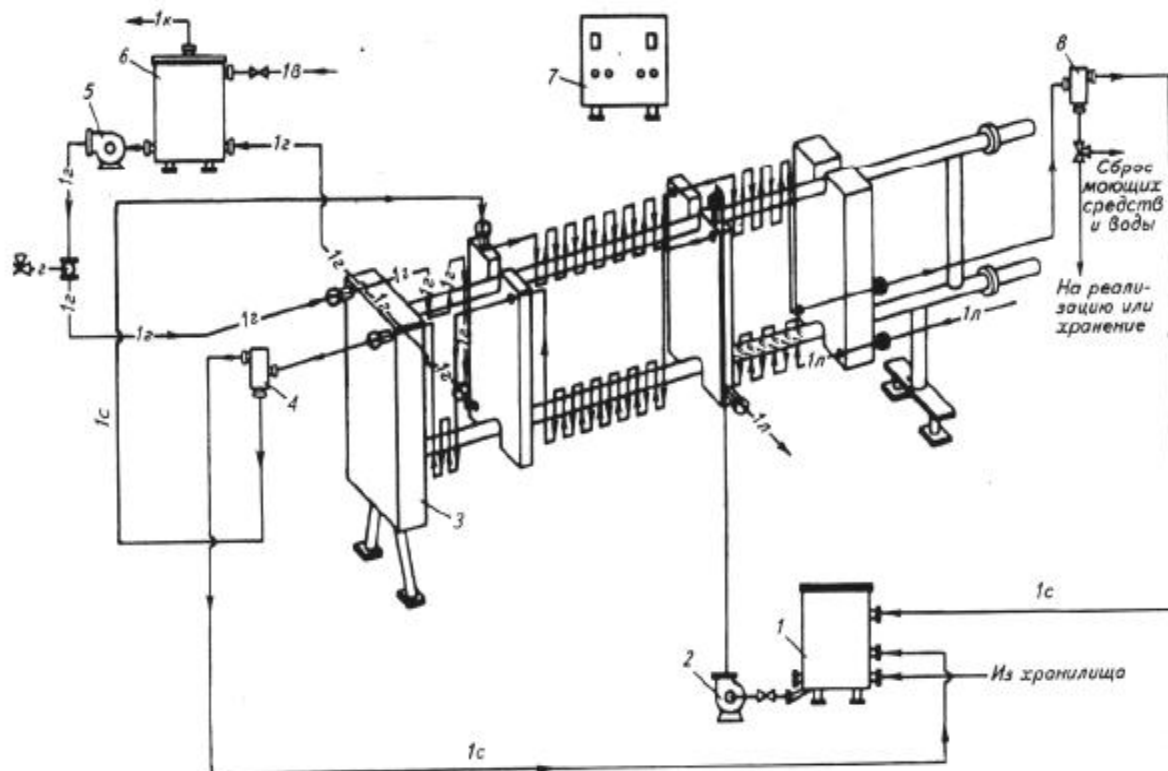


Рисунок 9 - Технологическая схема пластинчатой пастеризационно-охладительной установки для сливок А1-ОКЛ-2:

1 – уравнильный бак; 2 – насос для продукта; 3 – плита; 4, 8 – клапаны возврата; 5 – насос для горячей воды; 6 – бойлер; 7 – пульт управления;
 1с – сливки; 1г – вода горячая; 1л – вода ледяная; 1к – конденсат; г – пар;
 1в – вода водопроводная

Пластинчатый аппарат состоит из станины, трех промежуточных и одной нажимной пластин, двух распорок, двух зажимных муфт, опор, подпятников, штуцеров для подвода и отвода смеси мороженого, холодо- и теплоносителей. В собранном аппарате с обеих сторон пластин, кроме концевых, имеются каналы, по которым движутся жидкости с разной температурой. При этом более теплая жидкость передает теплоту через стенку пластины жидкости, имеющей более низкую температуру. Герметичность каналов в аппарате обеспечивается резиновыми цельноформованными прокладками, приклеенными в пазах пластин. Сжатие пластин в аппарате осуществляется с помощью главной стойки, нажимной плиты, распорок и зажимных муфт.

Приготовленная и тщательно перемешанная смесь мороженого температурой 40...45 °С подается в уравнильный бак, заполняет его с помощью поплавково-клапанного устройства до определенного уровня, который в процессе работы установки поддерживается постоянным. Из приемного бака центробежным насосом смесь проталкивается через секции регенерации в секцию пастеризации (86...90°С). Для завершения пастеризации смесь мороженого необходимо выдерживать при этой температуре в течение 60 с. С этой целью после секции пастериза-

ции при соблюдении данной температуры смесь клапаном возврата автоматически направляется в выдерживатель трубчатого типа. После прохождения выдерживателя смесь мороженого охлаждается в пластинчатом аппарате в секциях регенерации, водяного и рассольного охлаждения. В секциях регенерации теплообмен осуществляется между пастеризованной и исходной смесью, в двух других секциях хладоносителями являются артезианская или водопроводная вода температурой не выше 12 °С и рассол температурой от -5 до -7°С.

Для улучшения консистенции и вкусовых качеств мороженого смесь необходимо гомогенизировать, для чего перед секцией регенерации установлен гомогенизатор. На выходе из пластинчатого аппарата охлажденной смеси установлен клапан циркуляции, работа которого связана с уровнем смеси в уравнительном баке. При этом предусматривается переключение на циркуляцию, т. е. возврат смеси в уравнительный бак, если в последнем уровень смеси упадет ниже критического значения, определяемого датчиком уровня. Смесь также возвращается в уравнительный бак, если температура пастеризации будет ниже заданного значения. В этом случае срабатывает автоматический клапан возврата, установленный после секции пастеризации, и смесь, минуя выдерживатель и секции охлаждения аппарата, направляется в уравнительный бак, а из него – на повторный нагрев. При срабатывании любого из указанных клапанов включаются звуковая и световая сигнализации, расположенные на пульте управления.

В секции пастеризации теплоносителем является горячая вода, для приготовления которой в установке предусмотрены бойлер, центробежный насос горячей воды, инжектор и соединяющий их в замкнутый контур трубопровод. К инжектору от заводской магистрали подводится пар, а к бойлеру – вода для первоначального заполнения системы. Излишки воды из смесителя, получающиеся в результате конденсации в ней пара, отводятся через патрубок, расположенный в верхней части бойлера. 118

Пластинчатые пастеризационно-охладительные установки А1-ОПК-5, ОПЛ-10 (рис. 10) предназначены для тепловой обработки молока при производстве кисломолочных продуктов. Они состоят из пластинчатого аппарата, уравнительного бака с клапанно-поплавковым устройством, стабилизатора потока, инжектора, сепаратора-молокоочистителя, выдерживателя емкостного типа, центробежного насоса для молока, центробежного насоса для воды, пульта управления с автоматическими приборами контроля, регулирования, регистрирования, автоматического клапана возврата молока. Пластинчатый аппарат имеет четыре секции: регенерации 1 и 2, пастеризации и нагрева.

Секции собраны из теплообменных рифленых пластин. Каждая секция изолирована от другой разделительной плитой. Пластины и плиты подвешены на верхней несущей штанге, а нижняя служит для них направляющей. Герметичность в аппарате создается за счет поджатия пластин зажимными устройствами. На станине, нажимных и разделительных плитах имеются штуцера для входа и выхода продукта и рабочих жидкостей.

Контроль, регулирование и регистрирование параметров технологического процесса осуществляются приборами автоматики.

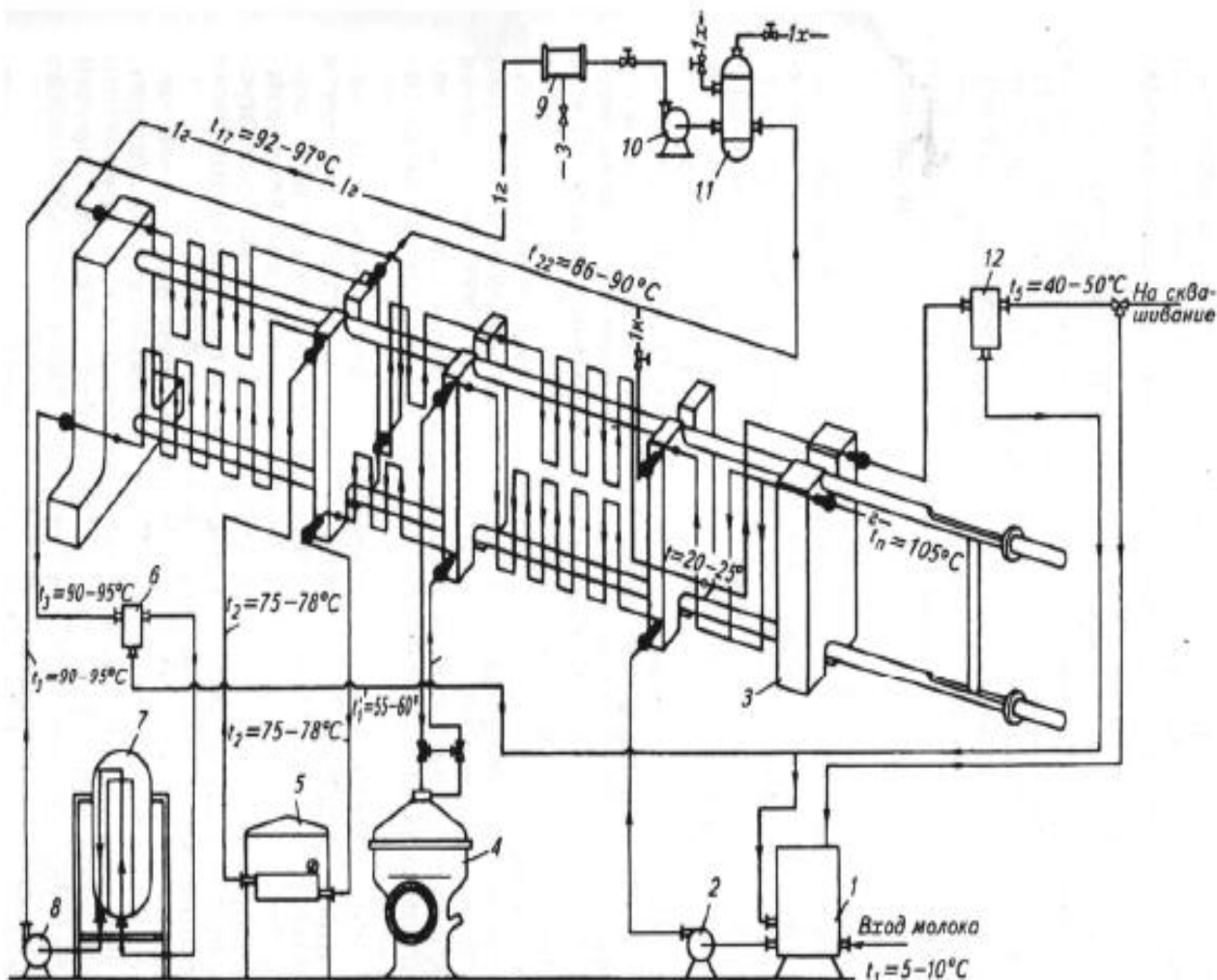


Рисунок 10 - Технологическая схема пластинчатой пастеризационно-охладительной установки для кисло-молочных продуктов А1-ОПК-5:

1 – уравнильный бак; 2 – насос для молока; 3 – пластинчатый аппарат; 4 – сепаратор-молокоочиститель; 5 – гомогенизатор; 6 – автоматический клапан возврата молока; 7 – выдерживатель; 8 – насос для молока; 9 – инжектор; 10 – насос для горячей воды; 11 – бойлер; 12 – автоматический клапан циркуляции молока; — — молоко; 1г – вода горячая; 1х – вода холодная; г – пар

Сырое молоко из емкости для хранения поступает в уравнильный бак, который снабжен клапанно-поплавковым регулятором, обеспечивающим постоянный уровень. Затем сырое холодное молоко электронасосом подается в секцию регенерации, где нагревается пастеризованным горячим молоком до 55...60 °С и поступает в сепаратор-молокоочиститель (А1-ОЦМ-10 в установке ОПЛ-10, А1-ОЦМ-5 в установке А1-ОПК-5). После очистки в сепараторе-молокоочистителе молоко поступает в секцию регенерации 2 (установка А1-ОПК-5) и затем в гомогенизатор.

После него молоко возвращается в секцию пастеризации, где нагревается горячей водой до 90...95 °С. Молоко, нагретое до температуры пастеризации, направляется через автоматический клапан возврата в выдерживатель, проходит его за 300...400 с и подается электронасосом на охлаждение в секции регенерации

7 и 2 и далее в секции нагрева, где температура молока доводится до оптимальной 20...50 °С.

В установке ОПЛ-10 технологический процесс проходит несколько иначе. Молоко после секции пастеризации поступает в гомогенизатор, через автоматический клапан возврата в выдерживатель, затем в секции регенерации и охлаждения. Автоматический клапан возвращает молоко в уравнильный бак при пуске установки и в случае падения температуры пастеризации ниже 90 °С. 120

4 УСТАНОВКА ДЛЯ ВАКУУМ-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА

В некоторых пастеризационно-охладительных установках применяют устройства для удаления нежелательных запахов и привкусов. Эти устройства называют дезодораторами. Они представляют собой емкости цилиндрической формы, их устанавливают между выдерживателем и секцией пастеризации. Дезодораторы бывают с инъекцией острого пара в продукт при атмосферном давлении и вакуумные.

В первом случае продукт перед поступлением в дезодоратор смешивается с очищенным острым паром, в результате чего улучшается степень его дезодорирования.

В *вакуумных дезодораторах* (рис.11) предварительно нагретый продукт поступает в перфорированную камеру с отражателем. В вакуум-камере поддерживается разрежение (50...60 кПа), и поэтому продукт вскипает. Вторичный пар и выделившиеся газы удаляются из камеры с помощью эжекторного конденсатора. Продукт откачивается специальным насосом.

Такую установку можно применять как самостоятельно, так и в комплектах технологического оборудования.

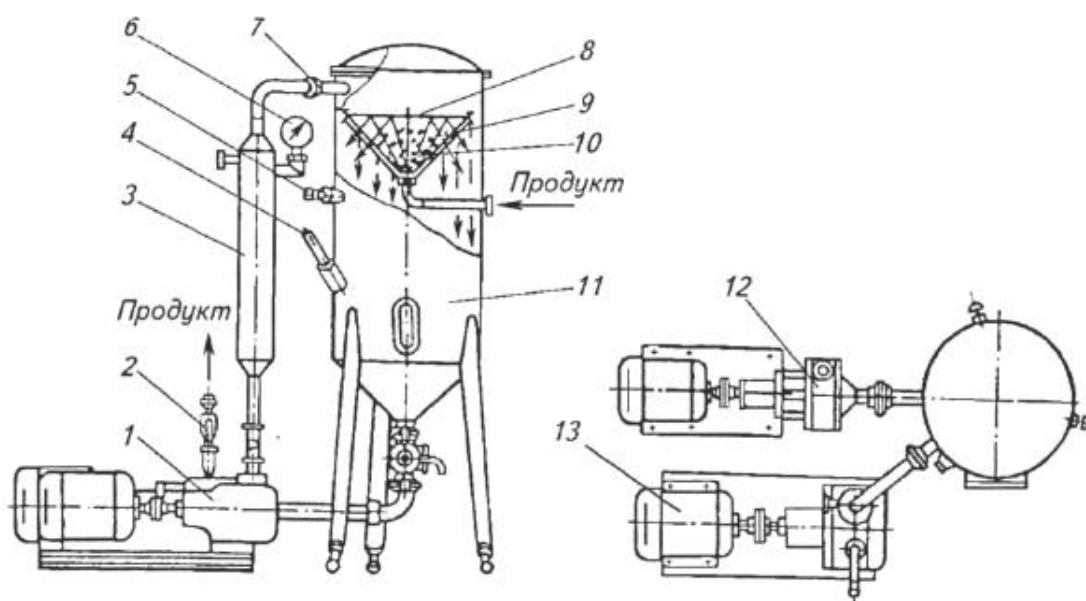


Рисунок 11 - Вакуум-термическая установка:

1 – вакуум-насос; 2 – обратный клапан; 3 – конденсатор; 4 – термометр;

5 – воздушный клапан; 6 – вакуумметр; 7 – обратный клапан; 8 – крышка-отражатель; 9 – перфорированная камера; 10 – шарообразные тела; 11 – вакуум-камера; 12 – насос для продукта; 13 – электродвигатель

Контрольные вопросы

1. В чем преимущество емкостей с непосредственным охлаждением молока перед охладителями с промежуточным хладоносителем?
2. В каком случае целесообразно применять трубчатые пастеризационные установки?
3. Каковы длительность и температура пастеризации в аппарате трубчатого типа?
4. В каких пастеризационных установках удельный расход пара наиболее высок?
5. В чем преимущества пластинчатых пастеризационно-охладительных установок перед другими аппаратами, применяемыми для тепловой обработки молока?
6. Каковы основные отличия установок, предназначенных для пастеризации и стерилизации молока?
7. Каким образом достигаются равномерность подачи молока в пластинчатый аппарат пастеризационно-охладительной установки и его вспенивание?
8. Чему равен коэффициент регенерации теплоты в пластинчатых пастеризационно-охладительных установках?
9. Какой вид нагрева продукта (прямой или косвенный) более предпочтителен в процессе стерилизации молока

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курочкин А.А. Оборудование перерабатывающих производств [Электронный ресурс]: учебник / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.М. Зимняков, П.К. Воронина. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 363с. (ЭБС «Знаниум»).
2. Курочкин А.А. Оборудование перерабатывающих производств: учебник / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.М. Зимняков, П.К. Воронина. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 363с.
3. Машины и аппараты пищевых производств: в 3 кн. / под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – Кн. 1. – 610с.
4. Машины и аппараты пищевых производств: в 3 кн. / под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – Кн. 2. – 847с.
5. Машины и аппараты пищевых производств: в 3 кн. / под ред. В.А. Панфилова. – М.: КолосС, 2009. – Кн. 3. – 551с.
6. Практикум по расчетам технологического оборудования пищевых
7. производств / М.А. Березин, С.В. Истихин, В.В. Кузнецов. Саранск: ООО«Мордовия-Экспо», 2009. 64 с.
8. Продуктовый расчёт в молочной промышленности: Методические указания / Авт.-сост. Н. Г. Лаптева, Е. П. Сучкова. НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2013. – 16 с.
9. Технологическое оборудование для переработки молока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Новосиб. гос. аграр. ун-т; – Электрон. текстовые дан. (1 файл). – Новосибирск: (б.и.), 2011. – 203 с. (Электронный каталог библиотеки Алтайского ГАУ).
10. Технологическое оборудование для переработки молока: учеб. пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т. инженер. ин-т; сост.: Г.М. Харченко.– Новосибирск, 2011. – 204 с.

Методическое издание

*Бузоверов Сергей Юрьевич,
Селиверстов Максим Владимирович,
Лобанов Владимир Иванович*

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА**

Методическое пособие

Подписано в печать 22.04.2019 г. Формат 60×84/16.
Бумага для множительных аппаратов.
Печать ризографная. Гарнитура «Times New Roman»
Усл печ. л. 1,6. Уч. изд. л. 1,4. Тираж 50 экз. Заказ № 5.

РИО Алтайского ГАУ
656049, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98
Тел. 203-299