

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Б.Л. Николаев, Л.К. Николаев

**ПРОЦЕССЫ ФРИЗЕРОВАНИЯ  
СМЕСЕЙ МОРОЖЕНОГО,  
РАСЧЁТЫ И УСТРОЙСТВО ФРИЗЕРОВ**

Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург  
2013

УДК 663.6/8

**Николаев Б.Л., Николаев Л.К.** Процессы фризирования смесей мороженого, расчёты и устройство фризеров: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 65 с.

В учебно-методическое пособие включены описания процессов фризирования смесей мороженого, данные для выполнения тепловых расчётов, а также технические характеристики устройств фризеров периодического и непрерывного действия. Рассмотрены процессы мойки оборудования, используемого при производстве мороженого. Пособие предназначено для студентов направления 151000 Технологические машины и оборудование, профиль: 151000.03.62 Машины и агрегаты пищевых производств; магистратура: 151000.02.68 Процессы и аппараты пищевых производств; 260200 Продукты питания животного происхождения, профиль: 260200.01.62 Технология молока и молочных продуктов; 260600.65 Пищевая инженерия, специализация: 260601.03.65 Оборудование предприятий молочной промышленности.

**Рецензент: доктор техн. наук, проф. С.А. Громцев**

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом  
Института холода и биотехнологий**



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики, 2013

© Николаев Б.Л., Николаев Л.К., 2013

## **ВВЕДЕНИЕ**

Учебно-методическое пособие предназначено для бакалавров, магистров и специалистов, готовящихся работать на предприятиях молочной промышленности.

В пособии приводятся расчетные зависимости для использования их применительно к фризерам, что может оказаться полезным при их расчете. Приводится описание отечественных и зарубежных фризеров непрерывного и периодического действия.

### **1. ФРИЗЕРЫ**

#### **1.1. Общие сведения**

Процесс частичного замораживания и взбивания смеси мороженого, который называется фризерованием, осуществляется на специальном оборудовании – фризерах.

По характеру работы фризеры бывают периодического и непрерывного действия.

По виду используемого хладоносителя фризеры имеют расольное и непосредственное охлаждение.

По конструкции фризеры подразделяются на горизонтальные и вертикальные в зависимости от расположения рабочего морозильного цилиндра, а по количеству цилиндров – на одно- и многоцилиндровые.

В процессе фризерования температура смеси обычно выдерживается в пределах до минус 4,5–8 °С. При этом в лед превращается около 60–65 % содержащейся в смеси воды.

Процесс непрерывного фризерования был впервые запатентован в 1913 г. Он основан на непрерывной подаче дозированного количества смеси и воздуха. Смесь при прохождении в охлаждающем цилиндре частично замораживается. Полученный продукт фасуется в упаковку и для завершения процесса замораживания направляется на закаливание.

Некоторые фризеры оснащают двумя и более цилиндрами для фризерования.

В большинстве современных фризеров частоту оборотов насосов регулируют частотные преобразователи. В некоторых фризерах этот процесс может направляться механическими и гидравлическими регулируемыми приводами.

Для правильной работы фризера важно противодействие во фризере. Это давление может регулироваться вручную с помощью клапана противодействия на выходе продукта, поддерживаться передаточным соотношением между насосами смеси и продукта или измеряться и регулироваться контроллером. Многие промышленные фризеры оснащены разными насосами для смеси и продукта.

Некоторые зарубежные фирмы предлагают фризеры, предназначенные для получения мороженого при температурах примерно на 3 °С ниже, чем температура продукта на выходе. Эти низкотемпературные фризеры непрерывного действия оснащены двумя камерами для фризирования; первая такая же, как у традиционного фризера, а во вторую встроено взбивающее устройство, предназначенное специально для перемешивания смеси. Давление в этой камере фризирования в 4–6 раз выше, чем в традиционном цилиндре. Размеры кристаллов льда уменьшаются здесь до 40 % исходных (от 45–55 мкм до 18–22 мкм).

В последнее время большое внимание уделяется низкотемпературному экструзионному фризированию мороженого после традиционного фризирования в обычном фризере с очищаемой поверхностью. В такой системе мороженое, выходящее из фризера, имеет температуру от –5 до –6 °С. Пропускается оно через двухчервячный экструдер и охлаждается примерно до –15 °С; несмотря на такую низкую температуру и более высокое содержание льда получаемый продукт по-прежнему можно прокачивать, поскольку эффекты сдвига в экструдере препятствуют срастанию кристаллов льда. Более мелкие ледяные кристаллы, допуская движение потока мороженого от экструдера, также обеспечивают более однородную структуру продукта и большую устойчивость к перекристаллизации (формированию больших кристаллов) льда при хранении. Конструкция экструдера позволяет минимизировать количество диспергированного воздуха и жира. Установлено, что низкая температура экструзии обычно усиливает дестабилизацию жира, хотя при дополнительном механическом сдвиге размер получаемых скоплений жира сводится к минимуму. В результате низкотемпературной экструзии размеры пузырьков воздуха благодаря тому же механическому сдвигу также уменьшаются вследствие дальнейшего их распыления. Кроме этих преимуществ, касающихся качественных характеристик, низкотемпературная экструзия значительно сокращает и может даже вообще исключить потребность в отдельной ступени для закаливания.

Выпускаются различные типы взбивающих механизмов – от закрытых (с сильным перемешиванием) до открытых (со слабым перемешиванием). Последний тип взбивающего механизма оснащен мощными устройствами. Закрытые устройства со сплошным ротором, вращающимся с большой скоростью, зачастую производят более густой продукт, чем открытые, где вращение вышеназванных приспособлений производится с меньшей скоростью.

При увеличении диаметра цилиндра фризера и уменьшении места, занимаемого взбивающим механизмом, фризер становится менее чувствительным к изменениям в подаче хладагента.

Выпускаемые в настоящее время открытые взбивающие механизмы занимают от 15 до 50 % объема цилиндра и могут поставляться с месильными устройствами или без них.

Промышленные фризеры непрерывного действия обеспечиваются жидким хладагентом (обычно аммиаком) от общей холодильной системы на производстве. Хладагент поступает в камеру, окружающую цилиндр фризера, через электромагнитный клапан и поплавковый клапан, поддерживающий необходимый уровень хладагента вокруг цилиндра фризера. Этот цилиндр окружен жидким хладагентом, который, поглотив теплоту от смеси мороженого, закипает и испаряется. Для улучшения теплопередачи от жидкого хладагента к смеси мороженого более предпочтительны затопленные цилиндры, чем системы с непосредственным испарением хладагента. Испарившийся хладагент, покидая фризер, поступает в накопитель, расположенный над цилиндром фризера. Там захваченная хладагентом жидкость отделяется от газа и не пропускается в линию всасывания, которая отводит от фризера газ. Затем хладагент сжимается для повторного использования во фризере за счет сжатия. Современные молокозаводы оснащаются системами машинного охлаждения, сконструированными так, чтобы выполнять требования всего производства.

В целях предохранения от перемерзания большинство современных фризеров непрерывного действия оснащены линией горячего газа с электромагнитным клапаном для ввода газа в камеру, окружающую цилиндр фризера. Это устройство может включаться вручную или автоматически, например, если амперметр фиксирует уровень тока, указывающий, что момент двигателя взбивающего устройства превышает заданное значение. При этом клапан автоматически открывается и горячий газ поступает в камеру с жидким хладагентом, темпе-

ратура которого сразу же повышается, и происходит размораживание фризера.

Фризеры могут быть выполнены в настольном и напольном варианте. Различные машины предназначены для того, чтобы изготавливать мороженое одного или нескольких вкусов. В некоторых из них в нижней части аппарата предусматривается специальный контейнер для сиропа.

Для оптимального проектирования конструктивных и кинематических параметров фризеров необходим анализ кинетики следующих процессов:

- охлаждение молочной смеси;
- кристаллообразование жировой и водной фаз;
- взаимодействие на границах воздушной, жировой, водной и белковой фаз;
- поведение коллоидного раствора, включающего сахар, соли и прочие молочные компоненты в процессе вымораживания воды, интенсивного механического и теплового воздействия.

Рассмотрим совокупность параметров основных конструктивных элементов фризера и режимов его работы, необходимых для обеспечения заданной производительности и качества мороженого:

- размеры морозильного цилиндра;
- вид скребкового механизма (ножей);
- вид мешалки, размеры ее элементов;
- частота вращения ножей и мешалки;
- варианты введения смеси и воздуха в морозильный цилиндр;
- температура стенки морозильного цилиндра;
- теплофизические параметры вводимой смеси и получаемого мороженого;
- температура вводимой смеси и выходящего из морозильного цилиндра мороженого;
- реологические параметры смеси при поступлении в морозильный цилиндр и в процессе фризирования, вплоть до выхода.

К настоящему времени уже выработан комплекс основных конструктивных и режимных параметров фризеров непрерывного действия как отечественного, так и зарубежного производства, в значительной степени близких по производительности к режимным параметрам и качеству получаемого мороженого. Это можно проследить по данным табл. 1 и 2.

Таблица 1

**Технические характеристики фризеров отечественного производства**

Показатели	Фризеры		
	Е4-ОФЛ	Б6-ОФШ	Б6-ОФ2Ш
Производительность, кг/ч	250–400	480–630	Не менее 600
Температура поступающей смеси, °С, не выше	6	6	6
Температура мороженого при выходе из фризера, °С	От –3,5 до –6	–5	–5
Взбитость мороженого, %	60–100	40–100	30–100
Температура кипения аммиака, °С	От –35 до –45	От –35 до –45	От –35 до –45
Площадь поверхности теплообмена, м <sup>2</sup>	–	0,5	0,5
Диаметр замораживающего цилиндра, мм	158	158	158
Потребляемая мощность, кВт	11	17,5	18,5
Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>	2,72	3,32	2,86
Масса с электрошкафом и баком, кг	1350	1400	1320

Таблица 2

**Технические характеристики фризеров зарубежных фирм**

Показатели	«Хойер»		«Грам Эквипмент»	«Техно-Айс»	«Айс-Систем»	«Кеерде»
	KF-1000N	«Фойер-Фригус-600»	GIF 2000	«Технофриз 1200»	«Титан-800»	VL-300E
Производительность, кг/ч	100–1000	400–1200	200–2000	1200	800	1000
Температура смеси на входе, °С	+5	+5	+5	+4	+4	+4
Температура мороженого на выходе, °С	–5	–5	–6	от –8 до –5,5	–6	от –4 до –6
Температура аммиака на входе, °С	–34	–	–	–	–	–
Температура фреона на линии всасывания, °С	–	–25	–25	–25	–25	–25
Максимальное холодопотребление, ккал/ч	2700/35000	27000/35000	21000–22000	24500	Нет данных	Нет данных
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	2	20	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных
Требуемое количество аммиака, кг	12	–	–	–	–	–
Требуемое количество фреона, кг	–	4,5	5	Нет данных	Нет данных	Нет данных
Масса, кг	975	1300	1350	1300	720	750

Зарубежные фризеры таких фирм, как «Техно-Айс», «Коджил» (Италия), «Хойер» (Дания), «Грам Эквипмент» (Швеция), эксплуатируемые на предприятиях России, имеют примерно такие же технические характеристики, как и отечественные фризеры. Преимущества перед отечественными фризерами заключаются лишь в большей надежности и большем межремонтном периоде, что объясняется заметным отставанием в технологии пищевого машиностроения нашей страны. На рынке присутствуют и другие зарубежные производители фризеров – Sidam, ZURIS, САТТА (Италия), «Айс-Систем» (Польша), «Кеерде» (Китай). Дальнейший интенсивный прогресс зарубежного оборудования направлен на компьютеризацию управления фризером. В целом ряде зарубежных фризеров осуществляется автоматическое управление вязкостью выходящего мороженого при помощи компьютера. Давление в цилиндре, производительность готового продукта, температура потока продукта отслеживаются также автоматически. Кроме того, контролируются параметры безопасной работы фризера: заклинивание вала мешалки, прекращение подачи воздуха и т. д.

Отечественные фризеры приобретают вид, более соответствующий требованиям современного машиностроения. Дало свои результаты и привлечение передовых машиностроительных технологий российских оборонных предприятий. С 2002 по 2008 гг. усилиями АНО НПО «Технохолод», привлекшего ряд вышеуказанных предприятий, совместно с ВНИХИ разработаны и изготовлены такие ключевые узлы фризеров, как морозильный цилиндр и мешалка со скребковыми ножами (рис. 1).

Использование вышеназванного оборудования обеспечивает повышение точности их изготовления в 3–4 раза.

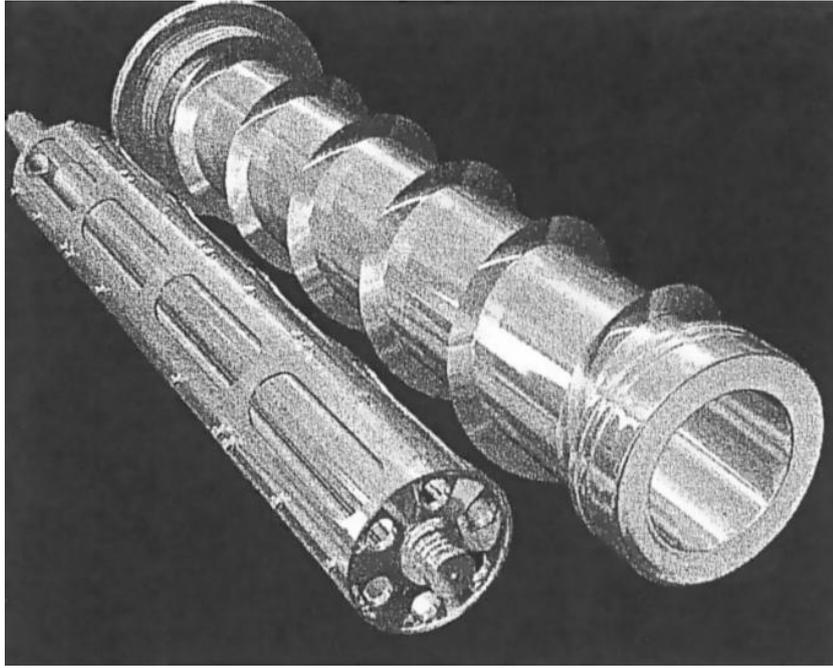


Рис. 1. Морозильный цилиндр и мешалка с плавающими ножами скребкового типа

## 1.2. Фризеры малой производительности

### Фризеры фирмы Coel-Matic

Итальянская фирма Coel-Matic изготавливает различные фризеры для производства мягкого мороженого.

В перечне изготавливаемого оборудования имеются настольные и вертикальные напольные модели фризеров с подачей смеси мороженого самотеком или с помощью шестеренчатого насоса, электромеханические и программируемые.

В фризерах с самотечной подачей посредством регулировочного клапана подается самотеком смесь мороженого в охлаждающий цилиндр. С помощью открытия или закрытия соответствующего отверстия в клапане оператор регулирует дозировку воздуха в зависимости от состава смеси и частоты ее подачи.

Во фризерах с шестеренчатым насосом нагнетательный насос, который изготавливается полностью из нержавеющей стали, подает смесь мороженого и поддерживает ее в нужном объеме.

Фризеры с шестеренчатым насосом просты в эксплуатации, обеспечивают получение мороженого более высокого качества и обуславливают экономию значительного количества продукта за счет по-

дачи большего количества воздуха. Шестеренчатый насос имеет простую конструкцию, легко разбирается, безопасен в работе.

Фирма Coel-Matic изготавливает фризеры различных серий.

### Фризеры серии Silver модели Excel 100

Эти фризеры напольного типа (рис. 2) отличаются простотой эксплуатации, умеренными эксплуатационными затратами и имеют очень гибкую производительность. Фризеры этой серии оснащены надежной автоматикой. Они изготовлены из нержавеющей стали, что позволяет быстро их обслуживать.

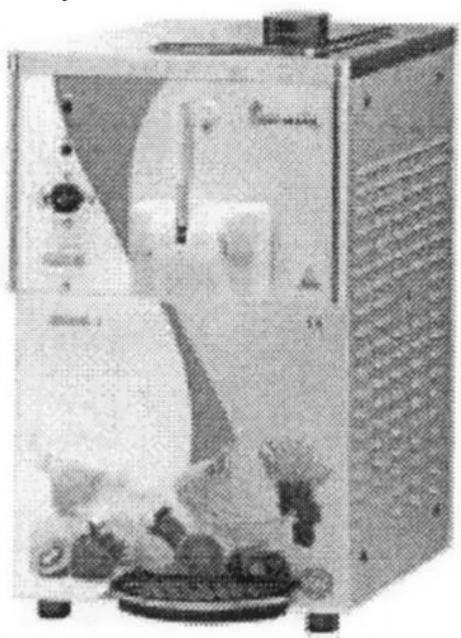


Рис. 2. Фризер Excel 100

Фризеры серии Silver имеют следующие модификации: Excel 100 GR без помпы, Excel 100 PM с помпой, Excel 300 GR без помпы и Excel 300 PM с помпой. Технические характеристики этих фризеров приведены в табл. 3.

Таблица 3

#### Технические характеристики фризеров серии Silver

Модель	Производительность, кг/ч	Емкость, л	Мощность, Вт	Напряжение, В	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
<i>Однорожковые</i>						
Excel 100 GR без помпы	14	10	1600	380	420×570×740	85
Excel 100 PM с помпой	16	10	1700	380	420×570×740	95

Модель	Производительность, кг/ч	Емкость, л	Мощность, Вт	Напряжение, В	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
<i>Трехрожковые</i>						
Excel 300 GR без помпы	20	7+7	2300	380	500×620×820	135
Excel 300 PM с помпой	22	14+14	2600	380	500×620×870	150

### Фризеры серии Titanun

Фризеры этой серии изготавливаются в напольном исполнении (рис. 3) и отличаются хорошей эргономикой и современной эстетикой.

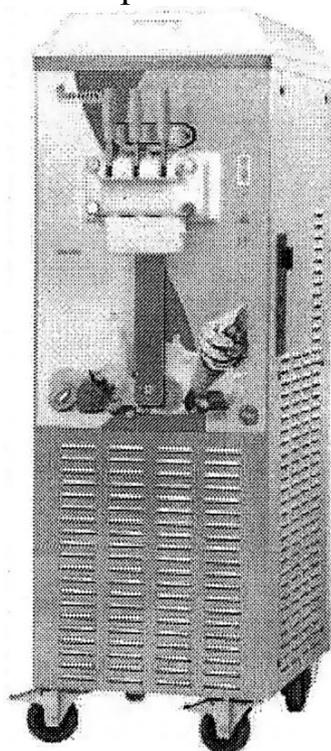


Рис 3. Фризер серии Titanun

Фризеры оснащены современной автоматикой, которая управляет функциями фризера через контроллер с большими возможностями программирования.

Фризеры серии Titanun имеют два электродвигателя, позволяющих автономно управлять двумя наименованиями мороженого на разных стадиях работы фризера благодаря независимой работе холодильной и механической систем цилиндров. В результате нет необходимости балансировать подачу мороженого двух наименований, как это делается в традиционных фризерах. Фризеры этой серии надежно

работают, когда осуществляется одновременное фризирование фруктового и кремового мороженого.

Технические характеристики фризеров серии Titanium моделей Matic 500 GR без помпы и Matic 500 PM с помпой приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Технические характеристики фризеров серии Titanium**

Модель	Производительность, кг/ч	Емкость, л	Мощность, Вт	Напряжение, В	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
<i>Трехрожковые</i>						
Matic 500 GR без помпы	130	11+11	3000	380	500×620×1490	195
Matic 500 PM с помпой	33	14+14	3200	380	500×6200×1510	210

**Фризеры серии Platinum**

Во фризерах этой серии (рис. 4) осуществляется пастеризация и фризирование смеси мороженого.

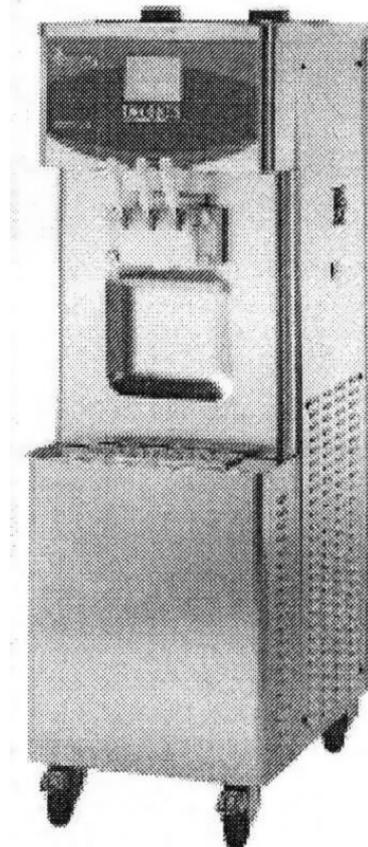


Рис. 4. Фризер серии Platinum

Фризеры серии Platinum позволяют программировать на неделю циклы пастеризации, что обеспечивает значительное уменьшение объема работ при мойке фризера и санитарной его обработке. Через электронную систему можно запрограммировать управление работой фризера. Использование этой системы позволяет значительно сократить время эксплуатации фризера.

Имеется возможность управления и наблюдения на сенсорном жидкокристаллическом дисплее за циклами пастеризации, регулировки и сохранения в памяти рабочих температур, а также данных об управлении аварийными сигналами. Технические характеристики фризера серии Platinum модели NT 500 PM с помпой приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Технические характеристики фризеров серии Platinum**

Модель	Производительность, кг/ч	Емкость, л	Мощность, Вт	Напряжение, В	Габаритные размеры, мм	Вес, кг
<i>Трехрожковая напольная программируемая модель</i>						
NT 500 PM GR с помпой	33	18+18	3200	380	490×790×1580	250

**Фризер настольный модели Kocated SS1-151TG**

Данный фризер предназначен для производства мягкого мороженого (рис. 5).

Устройство фризера следующее. Двухконтурная холодильная схема для одновременного использования одного компрессора при замораживании и охлаждении жидкой смеси. Электронный контроллер для точного контроля параметров работы. Специальные программы: авто, мойка, хранение смеси в ночное время. Тип и мощность компрессора 0,75HP – ASPERA. Объем цилиндра 1,4 л. Воздушное охлаждение конденсатора. Большой съемный фильтр для очистки воздуха, поступающего на конденсатор.

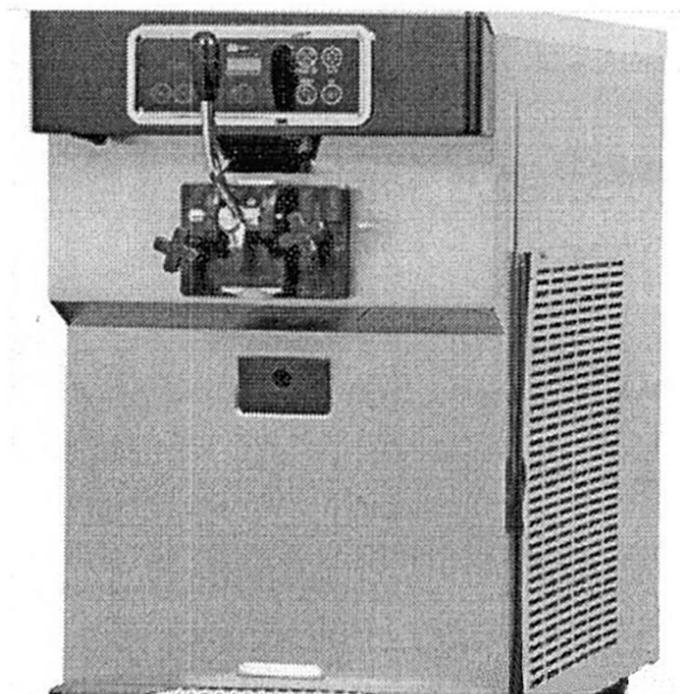


Рис. 5. Фризер настольный модели Kocated SS1-151TG

Техническая характеристика настольного фризера Kocated SS1-151TG приведена ниже.

Производительность, кг/ч.....	16
Объем емкости для смеси, л.....	10
Время до готовности порции, мин.....	6–9
Максимальное количество последовательно выдаваемых порций по 100 мл, шт. ....	5–6
Ванна для смеси.....	1
Рожки, шт .....	1
Габариты, мм.....	397×814 ×771
Напряжение, В .....	220
Мощность, кВт.....	1,4

Фирма KOREMA изготавливает фризеры для мягкого мороженого. Фризеры отличаются высокой производительной мощностью при минимальных затратах энергии. Модели фризеров фирмы KOREMA выполнены в двух вариантах – напольные и настольные. Установки нетребовательны в обслуживании и надежны в эксплуатации.

Фирма KOREMA изготавливает фризеры моделей Gamma и Thermogel (рис. 6).

Вертикальные фризеры Gamma предназначены для приготовления высококачественного домашнего мороженого и щербетов. При использовании вертикальных фризеров не нужно использовать пастеризаторы. Используя модели Thermogel, можно приготовить мороженое и щербеты, а также кремы для тортов, начинки для конфет и др.

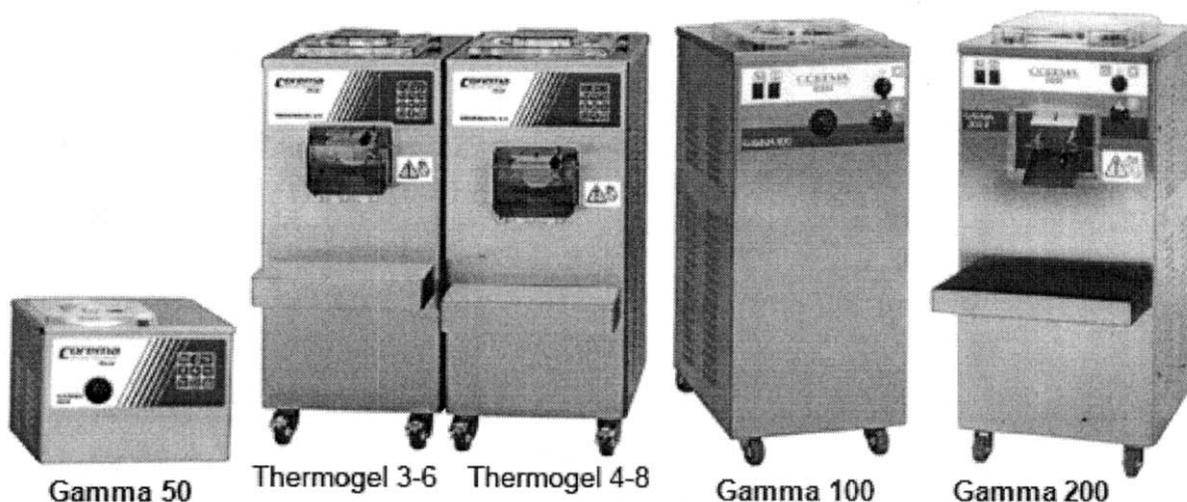


Рис. 6. Фризеры моделей Gamma и Thermogel

Технические характеристики моделей Gamma и Thermogel приведены в табл. 6.

Таблица 6

**Модели фризеров Gamma и Thermogel**

Модель	Производительность, л/ч	Напряжение, В	Мощность, кВт	Тип охлаждения	Габаритные размеры, мм
Gamma 50S	5–10	220	0,6	Воздух	460×410 ×320
Gamma 100S	10–20	220	1	Воздух	460×390 ×850
Gamma 90	9–18	220	1,5	Воздух	510×410 ×590
Gamma 200E	20–40	380	2,2	Воздух	510×460 ×960
Multigel	40–60	380	10	Воздух	770×530 ×1150
Thermogel 3–6	10–35	380	5	Воздух или вода	600×490 ×1100
Thermogel	20–60	380	5,5	Воздух	700×490 ×1100

## Фризер «Русич» МК-ОФО одноцилиндровый со встроенным миксером

Фризер «Русич» МК-ОФО (рис. 7) предназначен для приготовления мягкого мороженого и может быть применен на предприятиях торговли и общественного питания.

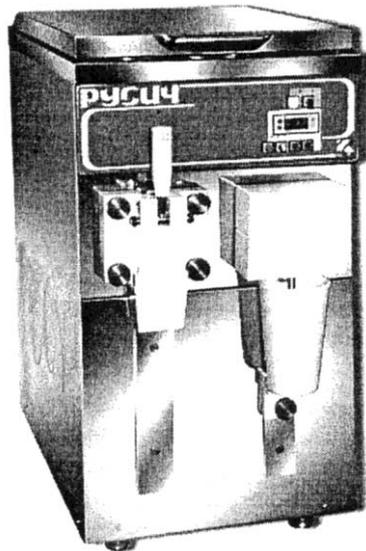


Рис. 7. Одноцилиндровый фризер «Русич» МК-ОФО  
со встроенным миксером

Технические характеристики одноцилиндрового фризера «Русич» МК-ОФО со встроенным миксером приведены ниже.

Производительность при температуре окружающего воздуха не выше +25 °С, кг/ч .....	15
Температура исходной смеси, °С, не выше .....	+24
Температура мороженого на выходе, °С .....	от –5 до –7
Взбитость мороженого (в зависимости от состава смеси), % .....	до 40
Рабочая вместимость бака для смеси, л .....	12
Производительность смесителя, порции/ч .....	100
Емкость стакана смесителя, л .....	1
Установленная мощность, кВт, не более .....	2
Электропитание трехфазное .....	(220±22)/(380±38) В
Габаритные размеры, мм .....	450×790 ×850
Масса, кг .....	120

## Фризер двухцилиндровый «Борич -2» МК-ОФР

Фризер марки «Борич-2» МК-ОФР (рис. 8) предназначен для приготовления мягкого мороженого.

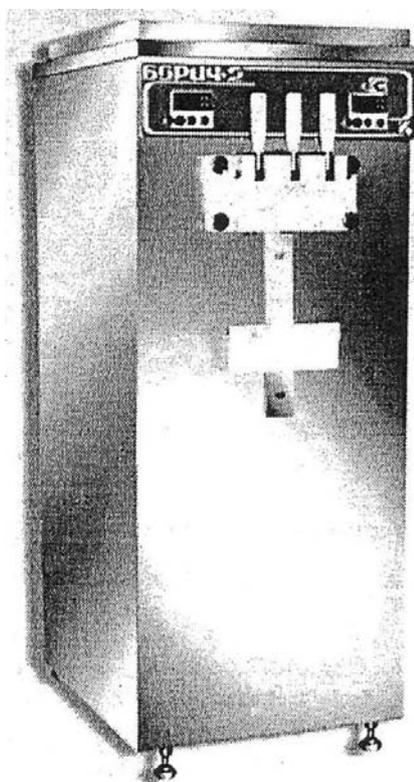


Рис. 8. Двухцилиндровый фризер «Борич-2» МК-ОФР

Технические характеристики двухцилиндрового фризера марки «Борич-2» МК-ОФР даны ниже.

Температура исходной смеси, °С, не выше.....	+24
Температура мороженого на выходе, °С.....	от -5 до -7
Взбитость мороженого (в зависимости от состава смеси), %.....	до 40
Количество морозильных цилиндров, шт.....	2
Рабочая вместимость бака для смеси, л.....	6
Количество приемных баков, шт.....	2
Установленная мощность, кВт, не более.....	3,6
Электропитание трехфазное.....	(220±22)/(380±38)В
Габаритные размеры, мм.....	560×755 ×1465
Масса, кг.....	250

## Фризер ФМ-1

Во фризере ФМ-1 (рис. 9) с помощью дозатора в цилиндр поступает воздух.

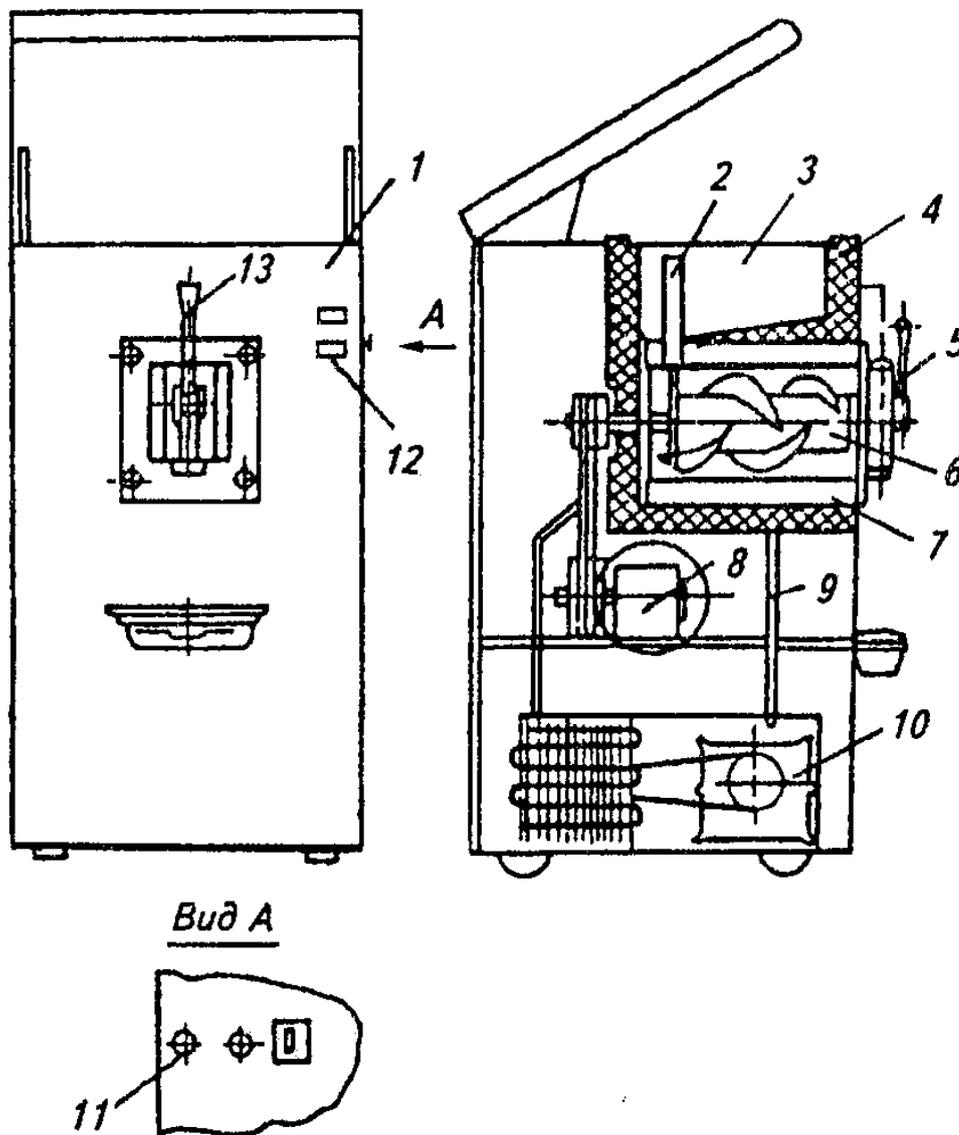


Рис. 9. Фризер ФМ-1

1 – корпус; 2 – дозатор; 3 – бак; 4 – теплоизоляция; 5 – отборное устройство; 6 – мешалка; 7 – рабочий цилиндр; 8 – привод мешалки; 9 – трубопровод; 10 – холодильный аппарат; 11 – терморегулятор; 12 – шкала; 13 – рукоятка

В процессе работы охлажденная смесь лопастями мешалки снимается с внутренней стенки рабочего цилиндра, интенсивно перемешивается с воздухом и взбивается. При достижении заданной температуры ( $-5 \dots -6$  °С) холодильная система и мешалка отключаются. Поршень отборного устройства перемещается рукояткой вверх и открывает вы-

пускное отверстие. По мере отбора готового продукта в рабочий цилиндр поступает новая порция исходной смеси и цикл повторяется.

При этом приготовление и отбор мороженого могут идти одновременно. Если в течение 5–180 с повторного отбора готового продукта не происходит, то двигатель мешалки отключается. От продолжительности охлаждения смеси зависит взбитость мороженого. Считается, что для большинства видов мороженого его взбитость должна составлять от 75 до 95 %.

Вместимость рабочего цилиндра 12 л. Применяемый хладагент R12. Производительность фризера ФМ-1 – в пределах 21 кг/ч при мощности двигателей мешалки и холодильного агрегата 3 кВт. Продолжительность взбивания смеси не более 10 мин.

### Фризеры мягкого мороженого марок 30 и 15М

Фризеры марок 30 и 15М (рис.10) оснащены устройствами для регулирования и автоматического поддержания вязкости мороженого.

Фигурная фильера придаст мороженому, отпускаемому в креманки, фужеры, вафельные и бумажные стаканчики, привлекательную форму. В качестве исходного продукта для мороженого используются восстановленные сухие или жидкие смеси. Готовность мороженого в перерывах отпуска потребителям поддерживается автоматически.



Рис. 10. Фризер марок 30 и 15М

В качестве исходного продукта для мороженого используются восстановленные сухие или жидкие смеси. Готовность мороженого во время перерыва отпуска потребителям поддерживается автоматически. Технические характеристики фризеров мягкого мороженого марок Фризер-30, Фризер-15М приведены в табл. 7.

Таблица 7

**Технические характеристики фризеров мягкого мороженого**

Показатели	Фризер-30	Фризер-15М
Диапазон производительности фризера (на номинальном режиме работы при температуре окружающего воздуха 20 °С), кг/ч	25–35	10–20
Вместимость приемной емкости для исходной смеси, м <sup>3</sup> (л), не менее	0,012(12)	0,011(11)
Количество миксеров	2	2
Производительность каждого миксера, кг/ч, не менее	19	19
Вместимость одного стакана для коктейлей, л, не менее	1	1
Допустимая нагрузка стакана смесью компонентов для коктейлей (три порции по 0,15 кг), кг	0,45	0,45
Хладагент	Хладон R502	Хладон R502
Установленная номинальная мощность, кВт, не более	1,4	1,1
Номинальное напряжение питания, В	380	220
Габаритные размеры, мм, не более		
ширина	545	530
длина	760	750
высота	800	670
Масса, кг, не более	160	130

**1.3. Фризеры для промышленных предприятий молочной промышленности**

В данном разделе приводится описание фризеров производительностью от 120 до 2000 кг/ч.

В этом же разделе приведены примеры использования фризеров, имеющих меньшую производительность, если на этом же заводе изготавливаются фризеры большей производительности.

### 1.3.1. Фризеры периодического действия

#### Фризер ОФН-М

Фризер периодического действия с рассольным охлаждением (рис. 11) предназначен для взбивания, насыщения воздухом и частичного замораживания предварительно охлажденной смеси мороженого. Во фризере обрабатывают смеси для сливочного, молочного, фруктового и других сортов мороженого. Его применяют, главным образом, на фабриках мороженого и на холодильниках, оснащенных установками рассольного охлаждения.

Использование рассола в качестве хладоагента обуславливает более медленное замораживание смесей. Вследствие этого структура и консистенция мороженого получаются более грубыми, чем во фризерах с аммиачным охлаждением.

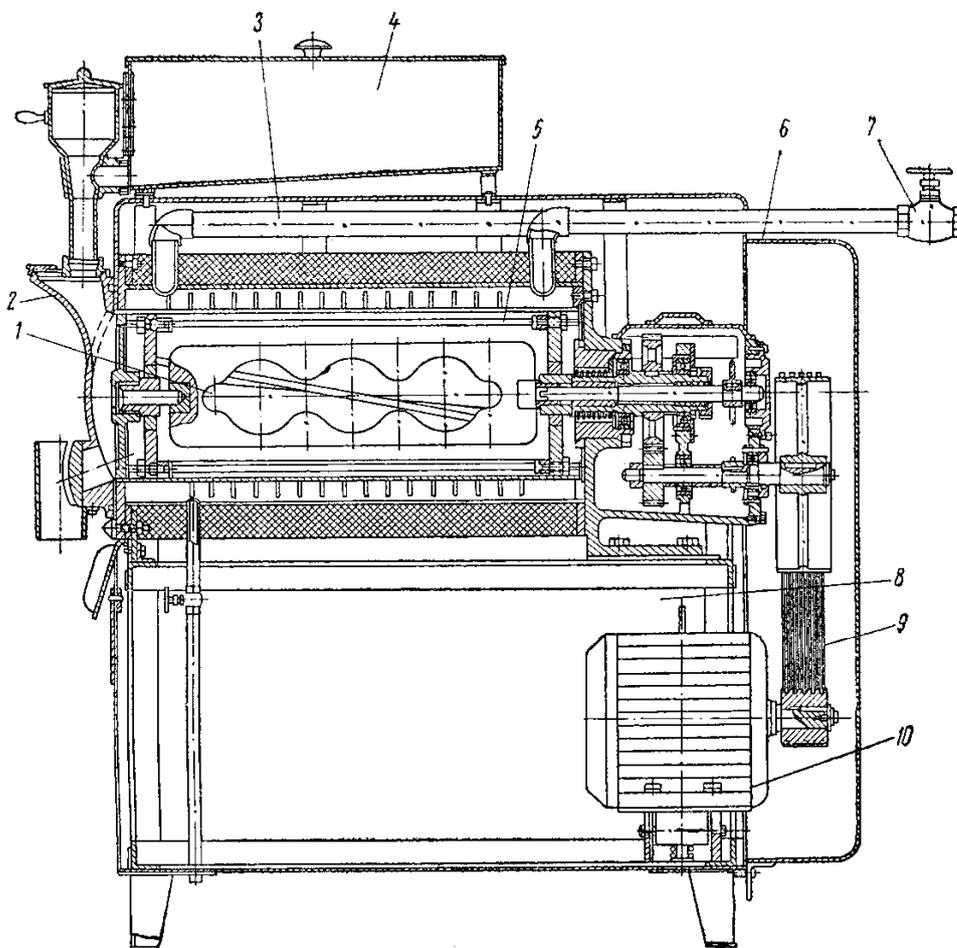


Рис. 11. Фризер ОФН-М

- 1 – мешалка; 2 – крышка передняя; 3 – рассолопровод; 4 – мерная ванна;  
5 – рабочий цилиндр; 6 – кожух привода; 7 – вентиль; 8 – станина;  
9 – клиноременная передача; 10 – электродвигатель

Фризер периодического действия с рассольным охлаждением состоит из сварной стальной станины 8, цилиндра 5 с мешалкой и приводом, мерной ванны 4, кожуха и трубопроводов. Предварительно охлажденная до температуры 2–5 °С смесь мороженого подается в приемную ванну через патрубков автоматического клапана. При наполнении ванны заданным количеством смеси (в пределах 20–30 кг) клапан автоматически с помощью поплавкового устройства прекращает поступление продукта в ванну. Достигнутый уровень смеси можно наблюдать через смотровое окно в стенке ванны. Поворачивая вручную выпускной кран, отмеренную порцию смеси направляют в цилиндр, в рубашке которого уже циркулирует рассол. Включают привод, сообщаящий вращение ножам и мешалке. Во время сбивания и частичного замораживания смеси, которое длится 5–10 мин, лезвия ножей снимают замороженный слой смеси со стенки цилиндра, сбрасывают его к центру, где мешалка перемешивает мороженое, и в него вбивается воздух. Обработанное и охлажденное до температуры от –5 до –6 °С мороженое выпускают из цилиндра в гильзы без остановки мешалки.

Гильзы, наполненные мороженым, направляют в холодильные камеры для окончательной закалки. На этом производственный цикл заканчивается. Запрещается включать привод при отсутствии смеси в цилиндре, так как в этом случае ножи нарушат полуду его рабочей поверхности. Станина фризера, электродвигатель и пусковые устройства должны быть обязательно заземлены. Технические характеристики фризера ОФН-М периодического действия с рассольным охлаждением приведены ниже.

Производительность, кг/ч .....	120
Полная емкость, л	
цилиндра .....	70
мерной ванны.....	48
Диаметр внутреннего цилиндра, мм.....	310
Длина цилиндра, мм.....	800
Поверхность охлаждения, м <sup>2</sup> .....	0,9
Частота вращения, об/мин	
мешалки взбивателя.....	223
мешалки с ножами .....	195
Давление в рассольных трубопроводах, кгс/см <sup>2</sup> .....	2,5
Температура, °С	
смеси, поступающей в цилиндр.....	2–5
мороженого, выходящего из фризера .....	не ниже –5
рассола.....	не выше –18

Диаметры кранов, мм:	
для входа рассола .....	40
для выхода рассола .....	15
Взбитость мороженого, % .....	50–100
Электродвигатель:	
мощность, кВт .....	4,5
частота вращения, об/мин .....	1420
Напряжение, В .....	220/380
Габариты, мм:	
длина .....	1730
ширина.....	724
высота .....	1840
Масса фризера, кг .....	580

### Фризер ОФА-М

Фризер ОФА-М периодического действия с аммиачным охлаждением (рис. 12) предназначен для взбивания, насыщения воздухом и частичного замораживания предварительно охлажденной смеси мороженого. Во фризере обрабатывают смесь для сливочного, молочного и фруктового мороженого. Такие фризеры применяют на фабриках мороженого, холодильниках и молочных заводах, имеющих аммиачные компрессорные установки.

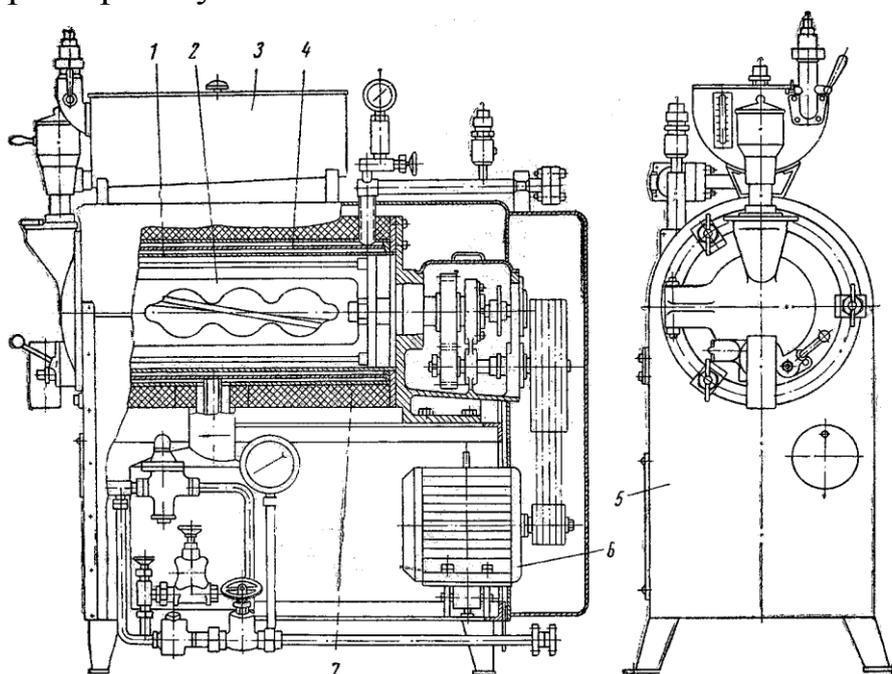


Рис. 12. Фризер ОФА-М с аммиачным охлаждением  
 1 – рабочий цилиндр; 2 – мешалка; 3 – мерная ванна; 4 – теплообменная рубашка;  
 5 – станина; 6 – привод; 7 – теплоизоляция

Фризер состоит из станины, рабочего цилиндра *1* с мешалкой *2*, мерной ванны *3*, привода, аккумулятора аммиака, трубопроводов жидкого и газообразного аммиака.

Станина сварной конструкции из стального углового проката служит базой для размещения и крепления узлов фризера. Станину, облицованную листовой сталью, устанавливают на четырех ножках и крепят фундаментными болтами.

Рабочий цилиндр *1* – основной узел фризера, в котором осуществляется технологический процесс – взбивание, насыщение смеси воздухом и частичное охлаждение мороженого. Он состоит из внутреннего и наружного цилиндров, пространство между которыми служит охлаждающей рубашкой.

Внутренний цилиндр изготовлен из стальной трубы. Рабочая поверхность, соприкасающаяся с продуктом, подвергнута беспористому хромированию. Наружный цилиндр, выполненный из стальной трубы, покрыт термоизоляцией и кожухом. Во внутреннем цилиндре в противоположных направлениях вращаются две мешалки с взбивающим устройством и ножами.

Для предохранения машины от поломки при перемораживании смеси мешалка соединена с приводом посредством латунной шпильки. Она срезается, когда сопротивление переохлажденной смеси достигает опасной величины. Пружинные уплотнения устраняют возможность просачивания смеси через зазоры у выхода вала из задней крышки цилиндра.

Аммиачная система охлаждения состоит из трубопровода для жидкого аммиака, аккумулятора аммиака и трубопровода газообразного аммиака. Система охлаждения снабжена регулятором давления инъекции, манометром, фильтром для жидкого аммиака и запорными вентилями. В целях безопасности на трубопроводе аммиака установлен предохранительный клапан.

Готовая смесь, предварительно охлажденная до 2–5 °С, поступает в мерную ванну. При наполнении ее определенной порцией смеси клапан с помощью поплавкового устройства прекращает дальнейшее поступление смеси.

Эту порцию смеси поворотом рукоятки крана вручную переливают в цилиндр, в котором она обрабатывается, т. е. взбивается, насыщается воздухом и частично замораживается в течение 3–5 мин. Смесь охлаждается благодаря непосредственному испарению аммиака в рубашке цилиндра.

Во время работы ножи снимают намораживаемый слой смеси со стенки цилиндра, отбрасывают его к центру, перемешивают и насыщают обрабатываемую массу воздухом.

Дросселирующий вентиль позволяет поддерживать в рубашке необходимую температуру испарения аммиака.

По окончании рабочего процесса мороженое температуры от  $-5$  до  $-6$  °С выпускается в гильзы без остановки мешалки. Гильзы с мороженым направляют в холодильные камеры для окончательной его закали. На этом рабочий цикл заканчивается и начинается новый, с другой порцией смеси мороженого.

Станину, электродвигатель и пусковые устройства необходимо заземлять. Основные технические характеристики фризера ОФА-М периодического действия с аммиачным охлаждением приведены ниже.

Производительность, кг/ч .....	120–200
Продолжительность рабочего цикла, мин .....	5
Цилиндр:	
полная емкость, л .....	70
нормальное наполнение, л.....	20–30
внутренний диаметр, мм.....	310
длина, мм .....	800
Поверхность охлаждения, м <sup>2</sup> .....	0,9
Частота вращения, об/мин	
взбивателя .....	223
ножей.....	195
Емкость, л:	
мерной ванны.....	48
аккумулятора аммиака.....	26,5
Температура, °С:	
поступающей смеси .....	2,5
мороженого, выходящего из цилиндра фризера.....	$-5$
кипения аммиака .....	От $-35$ до $-37$
Взбитость мороженого, % .....	50–60
Давление, при котором открывается предохранительный клапан, кгс/см <sup>2</sup> .....	8
Электродвигатель:	
мощность, кВт .....	4,5
частота вращения, об/мин .....	1420
напряжение, В.....	220/380
Диаметры кранов, мм:	
для входа рассола .....	40
для выхода рассола .....	15

Габариты, мм:

длина.....	1500
ширина.....	724
высота.....	1780
Масса, кг.....	770

У фризеров ОФН-М и ОФА-М в морозильном (рабочем) цилиндре размещены ножевая рама, взбивающее и разгрузочное устройство (рис. 13). Мешалка взбивающего устройства представляет собой вал, на котором в планках размещены стержни б. Лопастями 1 приварены к планкам 3 по винтовой линии, благодаря чему обеспечивается циркуляция в морозильном цилиндре взбиваемой смеси мороженого и выгрузка готового продукта. Ножи 2 центробежной силой прижимаются к стенкам морозильного цилиндра и срезают намерзающий слой продукта.

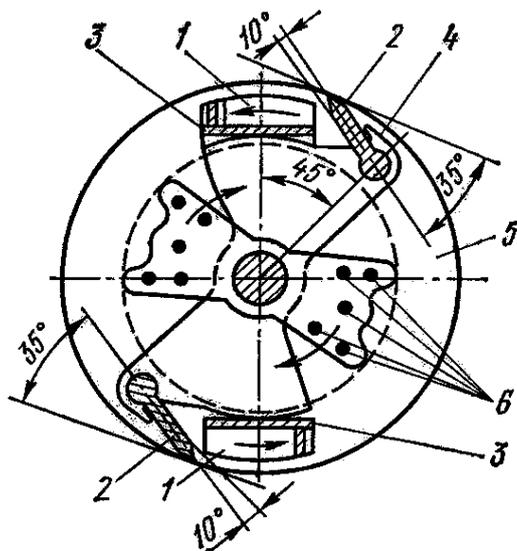


Рис. 13. Ножевая рама, взбивающее и разгрузочное устройство фризера периодического действия:

1 – лопасть; 2 – нож; 3 – планка; 4 – ограничитель; 5 – рабочий цилиндр;  
6 – стержни

### Фризер «Эльбрус-400»

Фризер «Эльбрус-400» предназначен для взбивания и охлаждения мороженого до  $-3^{\circ}\text{C}$ .

«Эльбрус-400» – двухскоростной, периодического действия. На малой скорости вращения шнека происходит быстрое и эффективное

замораживание смеси. Большая скорость используется для взбивания (насыщение мороженого микроскопическими воздушными пузырьками) и выгрузки готового продукта. Установка обеспечивает взбитость мороженого до 60 % без стабилизаторов и до 90 – % с использованием стабилизаторов. Фризер оборудован устройствами защиты остановки шнека и от переохлаждения испарителя. Аппарат оснащен электронной системой управления, с помощью которой полностью контролируется процесс приготовления мороженого. Получаемое на выходе мороженое с температурой от –3 до –5 °С легко фасуется в мелкую тару (вафельные стаканчики) для закаливания в морозильной камере. Основные технические характеристики двухскоростного фризера периодического действия «Эльбрус-400» даны ниже.

Производительность, кг/смену.....	400
Объем разовой загрузки, л.....	7
Время цикла, мин.....	7–10
Потребляемая мощность, кВт .....	3,5
Габаритные размеры, мм:	
длина.....	650
ширина.....	650
высота.....	1200
Масса, кг.....	120

### 1.3.2. Фризеры непрерывного действия

Отличительной чертой фризеров непрерывного действия является то, что все операции – загрузка, фризирование и выгрузка – осуществляются в них непрерывно.

Другой особенностью фризеров непрерывного действия является кратковременность фризирования, которая длится несколько секунд в сравнении с 3–15 минутами работы фризеров периодического действия.

Принципиальная схема фризера непрерывного действия с системами подачи продукта во фризер с аммиачным охлаждением показана на рис. 14.

Смесь поступает в рабочий цилиндр 1, охлаждается в нем и частично замораживается. Система подачи продукта включает насос 5, производительность которого превышает заданную примерно в 2 раза. Недостающий объем всасывания компенсируется воздухом, и смесь по трубопроводу 6 поступает в рабочий цилиндр.

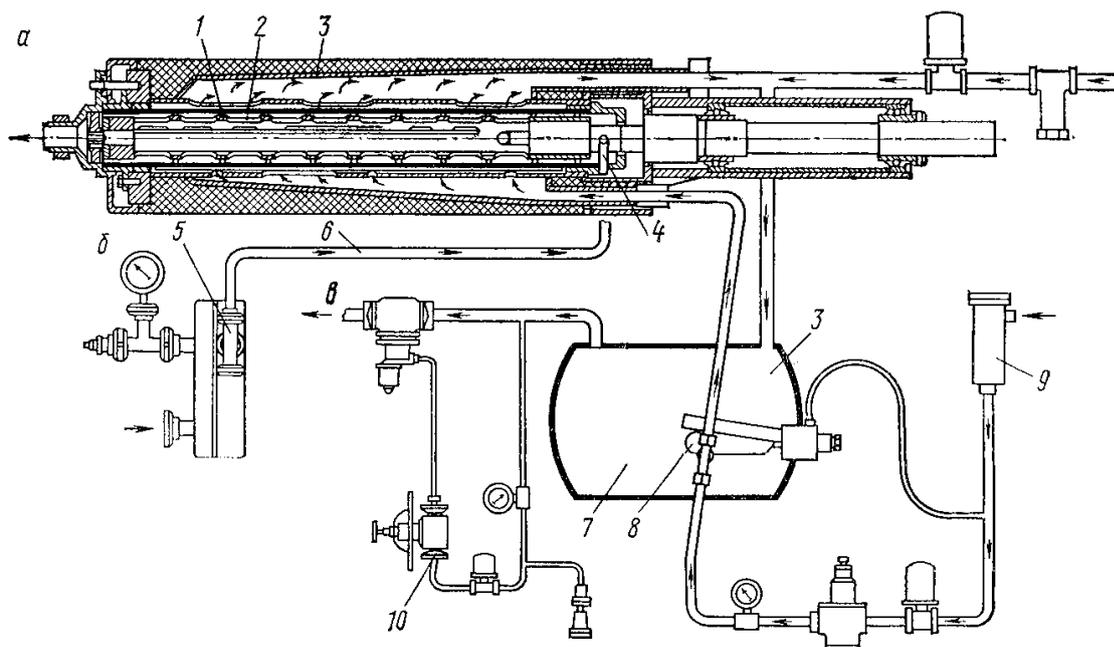


Рис. 14. Принципиальная схема фризера непрерывного действия с системами подачи продукта и аммиачного его охлаждения  
*а* – фризер; *б* – система подачи продукта; *в* – система аммиачного охлаждения  
 1 – рабочий цилиндр; 2 – взбивающее устройство; 3 – охлаждающая рубашка;  
 4 – патрубок ввода продукта в цилиндр; 5 – насос для продукта; 6 – трубопровод для смеси продукт–воздух; 7 – аккумулятор; 8 – инжектор; 9 – фильтр;  
 10 – предохранительный клапан

Из общей сети хладагента после очистки на фильтре часть жидкого аммиака попадает в аккумулятор 7, а другая его часть проходит через регулятор давления к инжектору 8.

На рис. 15 показана технологическая схема фризера непрерывного действия.

Подготовленная к фризерованию смесь мороженого из бака 1 подается во фризер двухступенчатым насосом 9. В этом насосе имеется штуцер, через который засасывается воздух в объеме, превышающем объем смеси мороженого. В цилиндре 3 происходит термомеханическая обработка смеси. Для выхода фризерованной смеси из рабочего цилиндра установлен клапан противодействия 4. Воздух, поступающий во фризер, проходит через обратный клапан 10 с фильтром. Жидкий аммиак поступает в регулирующий вентиль 5 и аккумулятор 8. Другая его часть через регулятор давления инъекции 6 направляется к инжектору 7, откуда жидкий аммиак поступает для охлаждения смеси в рубашку фризера. Парожидкостная смесь из рубашки возвращается в аккумулятор 8.

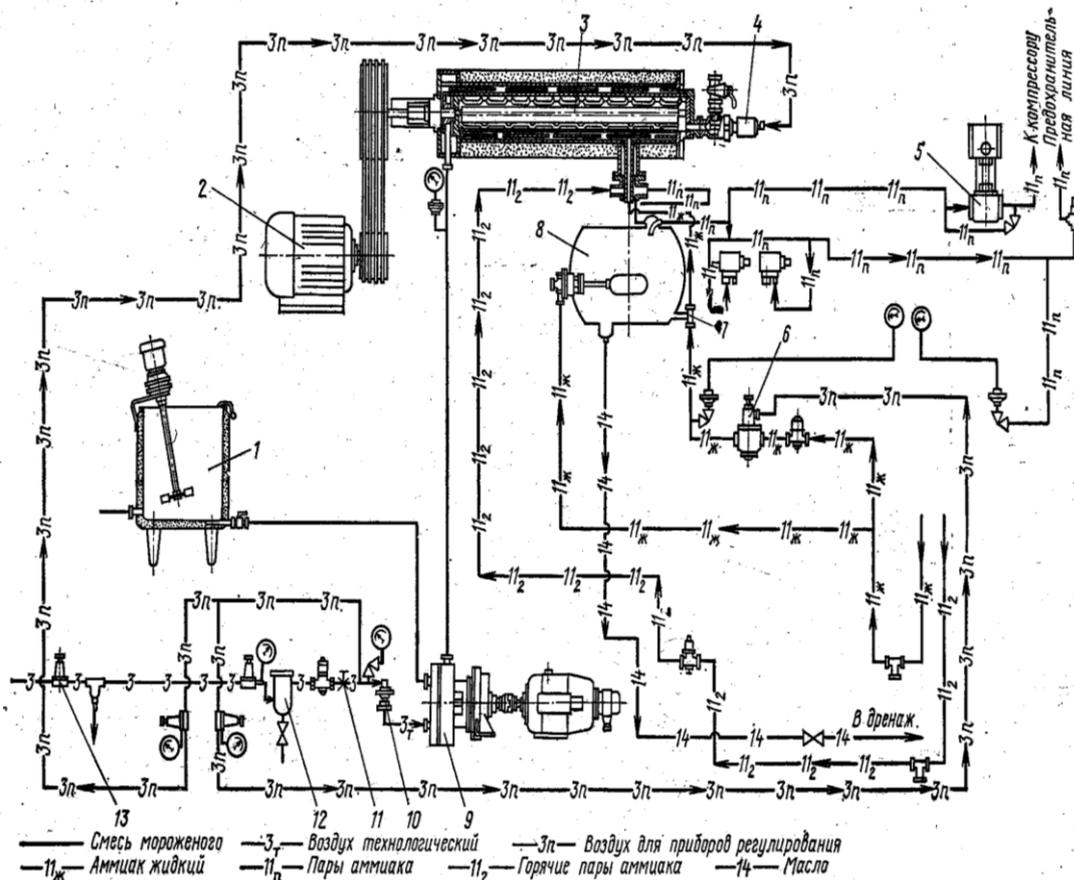


Рис. 15. Технологическая схема фризера непрерывного действия с системами подачи продукта и его охлаждения

1 – бак для смеси; 2 – привод машины; 3 – цилиндр; 4 – клапан противоавдавления; 5 – вентиль аммиачный регулирующий; 6 – регулятор инжекции; 7 – инжектор; 8 – аккумулятор; 9 – насос; 10 – обратный клапан; 11 – дроссель; 12 – редуктор технологический воздушный; 13 – регулятор давления; 14 – трубопровод для отвода масла

### Фризер Б6-ОФ2-Ш

Фризер Б6-ОФ2-Ш производительностью 600 кг/ч целесообразно эксплуатировать на предприятиях, имеющих многократные циркуляционные системы охлаждения жидким аммиаком. Фризер состоит из следующих основных частей: рабочего цилиндра с охлаждающей рубашкой, бака для смеси, мешалки с приводом, двух шестеренчатых насосов, трубопроводов и электрооборудования.

Внутри цилиндра размещена мешалка со взбивающим устройством и ножами. При вращении мешалки ножи прижимаются к внутренней поверхности цилиндра, снимают замороженный слой смеси. Рабочий цилиндр имеет охлаждающую рубашку в виде спирали, по-

крытой слоем теплоизоляции и кожухом. Привод мешалки включает в себя электродвигатель, редуктор, клиноременную передачу. Привод шестеренных насосов состоит из электродвигателя и редуктора, обеспечивающего разную частоту вращения их валов. Трубопроводы служат для функционирования систем подвода и отвода аммиака, подачи смеси и насыщения ее воздухом. Они снабжены вспомогательным оборудованием, показывающими и предохранительными приборами.

На рис. 16 изображена технологическая схема приготовления мороженого на фризере Б6-ОФ2-Ш. Предварительно пропастеризованная, гомогенизированная и охлажденная до 6 °С смесь поступает самотеком или с помощью насоса в бак. Поплавковый клапан, находящийся в баке, поддерживает в нем постоянный уровень и предотвращает его переполнение. С помощью мешалки смесь перемешивается и поступает последовательно по трубопроводу на шестеренные насосы первой и второй ступени. В трубопроводе между насосами из-за различной частоты вращения валов образуется вакуум.

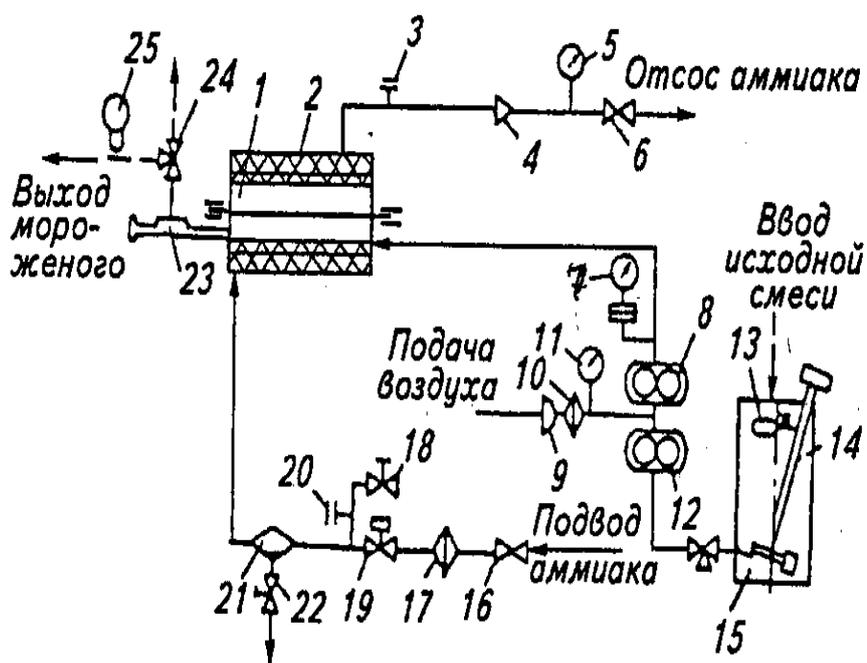


Рис. 16. Технологическая схема фризера Б6-ОФ2-Ш

- 1 – цилиндр; 2 – рубашка цилиндра; 3, 20 – патрубки; 4 – предохранительный клапан; 5, 7, 11 – манометры; 6 – вентиль; 8, 12 – насосы; 9 – воздушный клапан; 10 – воздушный фильтр; 13 – поплавковый клапан; 14 – мешалка; 15 – бак для смеси; 16, 18, 22 – запорные вентили; 17 – фильтр; 19 – запорный мембранный вентиль с электромагнитным приводом; 21 – маслоотстойник; 23 – клапан противодавления; 24 – трехходовой кран; 25 – термопреобразователь

При этом насос второй ступени засасывает воздух, проходящий через воздушный клапан и фильтр, и подает насыщенную воздухом смесь в рабочий цилиндр. Смесь в цилиндре соприкасается с охлаждаемыми аммиаком стенками, замерзает и срезается ножами. Мешалка со взбивающим устройством дополнительно взбивает замороженную смесь и выводит готовый продукт из фризера. Клапан противодействия создает в рабочем цилиндре необходимое давление для обеспечения требуемого качества продукции. С его помощью в рубашке цилиндра можно регулировать взбитость готового продукта при постоянной температуре испарения аммиака. Давление смеси во фризере измеряют манометром, а степень насыщения смеси воздухом – мановакуумметром. Контроль за температурой продукта осуществляется на пульте управления с помощью логометра с термопреобразователем.

Жидкий переохлажденный аммиак от напорного коллектора циркуляционной системы поступает в рубашку рабочего цилиндра, пройдя через ручной запорный вентиль, фильтр и запорный мембранный вентиль с электромагнитным приводом. Проходя по спиральным каналам охлаждающей рубашки рабочего цилиндра, аммиак забирает теплоту от смеси мороженого и выходит из фризера по трубопроводу, на котором установлены предохранительный клапан, мановакуумметр, ручной запорный вентиль. Рабочее давление жидкого аммиака на входе фризера должно составлять 250 кПа. После выхода из фризера мягкое мороженое готово к употреблению.

#### *Фризеры «Торнадо»: FC30, FC60, FC100, FC160, FC200 и FC300*

Фризер «Торнадо» (рис. 17) предназначен для приготовления мороженого методом охлаждения, насыщения воздухом, взбивания и замораживания молочной, сливочной, пломбирной, плодово-ягодной смеси с наполнителем и без него. Фризер – непрерывного действия со встроенной холодильной машиной, работающей на хладоне R22.

Область применения фризера – цеха и фабрики мороженого, кафе. Условия эксплуатации: закрытое помещение при температуре окружающей среды от +10 до +35 °С и относительной влажности не более 80 % (температура 20 °С). В фризере установлены агрегаты BITZER (Германия). Варианты охлаждения агрегата – воздушный и водяной. Основные технические характеристики фризеров непрерывного действия «Торнадо» приведены в табл. 8.



Рис. 17. Фризер «Торнадо»

Таблица 8

**Технические характеристики фризеров «Торнадо»**

Параметры	«Тор- надо» FC30	«Тор- надо» FC6	«Тор- надо» FC100	«Тор- надо» FC160	«Тор- надо» FC20	«Тор- надо» FC300
Производительность, л/ч: по выходу смеси	30	60	100	160	200	300
по входу смеси	15	30	50	80	100	150
Количество цилиндров	1	1	1	1	1	1
Максимальная температура смеси на входе, °С	+4...+5	+4...+5	+4...+5	+4...+5	+4...+5	+4...+5
Температура мороженого на выходе, °С	-4...-5	-4...-5	-4...-5	-4...-5	-4...-5	-4...-5
Взбитость мороженого, %	30...120	30...120	30...120	30...120	30...120	30...120
Температура кипения хладона R22, °С	-35	-35	-35	-35	-35	-35
Мощность холодильного агрегата, кВт	1,5	3	4,5	5,5	6	8,5
Суммарная установленная электрическая мощность, кВт	3	4	5,5	7,8	8,5	10,5
Параметры питающей сети, В/Гц	380/50	380/50	380/50	380/50	380/50	380/50
Габаритные размеры, см:						
длина	70	70	120	125	130	140
ширина	60	60	65	70	80	80
высота	80	140	140	150	150	150
Масса, кг	140	280	350	450	560	580

## *Фризер одноцилиндровый непрерывного действия МК-ОФФ-1*

Фризер МК-ОФФ-1 предназначен для насыщения воздухом, взбивания и замораживания смеси в производстве мороженого при непрерывном технологическом цикле и может быть применен на молокозаводах и на перерабатывающих предприятиях агропромышленного комплекса, не имеющих циркуляционной системы охлаждения жидким аммиаком и оборотной водой. Основные технические характеристики одноцилиндрового фризера непрерывного действия МК-ОФФ-1 даны ниже.

Производительность фризера, кг/ч, при температуре мороженого на выходе:

минус 5,5°С.....	100...400
минус 2,5°С.....	До 600
Температура исходной смеси, °С, не выше .....	+4
Температура мороженого на выходе, °С.....	От –5 до –8
Взбитость мороженого (в зависимости от состава смеси), %.....	До 120
Рабочее давление в рабочем цилиндре, МПа .....	До 0,85
Установленная мощность, кВт, не более .....	12,8
Электропитание .....	Трехфазное (220±22)/(380±38) В
Габаритные размеры, мм .....	1570×800×1750
Масса, кг .....	575

Отличительные особенности фризера МК-ОФФ-1:

- мороженое изготавливается из сухих или жидких натуральных молочных, молочно-фруктовых или фруктовых смесей с возможностью добавки различных мягких вкусовых наполнителей и красителей;
- фризер отвечает требованиям современного технического уровня, обеспечивает номинальный выход мороженого при температуре окружающего воздуха до +25 °С и влажности до 95 %;
- в конструкции фризера используются импортные комплектующие изделия высокой надежности ведущих зарубежных фирм и экологически безопасный хладагент R404A.

### *Аппарат непрерывного действия «Фризер 600»*

«Фризер 600» предназначен для выпуска мороженого на молочной основе: молочное, сливочное, пломбир (рис. 18).



Рис. 18. Аппарат непрерывного действия «Фризер 600»

Основные узлы фризера:

- морозильный цилиндр с мешалкой и взбивателем;
- насос для подачи исходной молочной смеси и воздуха;
- система охлаждения с полугерметичным компрессором фирмы Copeland (Германия);
- пульт управления с цифровой индикацией текущего состояния основных рабочих параметров фризера и выдачей текстовой информации по режиму его работы;
- рама из нержавеющей стали;
- ручные органы управления взбитостью мороженого и давлением смеси мороженого в морозильном цилиндре (установлены на передней панели);
- облицовка фризера, а также детали и узлы, соприкасающиеся с пищевыми средами и подлежащие санитарной обработке, выполнены из коррозионностойких материалов, разрешенных к применению в пищевой промышленности.

Система управления работой фризера обеспечивает:

- световую индикацию и контроль следующих рабочих параметров на пульте управления:
- расход смеси мороженого;
- температуру готового мороженого;

- давление смеси мороженого в цилиндре;
- ток электродвигателя привода взбивателя;
- плавное регулирование производительности насоса подачи смеси мороженого и холодопроизводительности компрессора за счет использования частотных преобразователей;
- запоминание последнего режима работы фризера, что позволяет при последующем его пуске быстрее выйти на рабочий режим;
- защиту морозильного цилиндра и насоса от превышения в них давления выше допустимого;
- защиту привода взбивателя от перегрузки при понижении температуры мороженого ниже допустимой и аварийную защиту компрессора с выдачей текстовой информации на пульт управления о виде срабатывания защиты;
- полуавтоматический режим мойки внутренних полостей, контактирующих с молочной смесью. Основные технические характеристики аппарата «Фризер 600» приведены ниже.

Температура исходной смеси, °С .....	От 2 до 6
Взбитость мороженого на выходе, %.....	040 до 100
Габаритные размеры, мм, не более:	
ширина .....	700
длина.....	1200
высота.....	1600
Давление смеси мороженого в цилиндре при фризеровании, МПа, не более.....	
	0,6
Масса, кг, не более.....	620
Напряжение питания, В .....	Трехфазное, 380
Производительность фризера, л/ч, кг/ч.....	От 300 до 600 (от 150 до 300)
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч, не более .....	1,8
Система взбивания .....	Непосредственная
Температура воды на входе в конденсатор, °С.....	33
Температура мороженого на выходе, °С .....	От –2 до –5
Тип насоса.....	Поршневой
Установленная электрическая мощность, кВт .....	11
Хладоагент.....	R22 (ГОСТ 8502–93)
Частота питания сети, Гц .....	50

### Фризеры «Эльбрус-800»

Фризеры непрерывного действия «Эльбрус-800» предназначены для взбивания и охлаждения мороженого до –3 °С.

Производительность фризера – 100 кг/ч, или свыше 200 л готового мороженого за один час работы. На этом оборудовании можно вырабатывать до 800 кг мороженого за 10 ч работы, или 12 000 порций вафельных стаканчиков объемом 120 мл. Взбитость регулируется специальным воздушным клапаном. Внутри фризера установлен насос, который закачивает смесь в шнековую камеру, а также осуществляет забор воздуха. Скорость подачи легко регулируется и отображается на цифровом табло. В шнековой камере автоматически поддерживается постоянное избыточное давление.

Готовое мороженое может выпускаться как непрерывно, с последующей подачей в электромеханический дозатор, так и выдаваться сразу в стаканчик в пульсирующем режиме. Для этого оператор управляет раздачей с помощью специального крана. На фризере «Эльбрус-800» установлены системы защиты от примерзания шнека, от недостаточного напора воды, от перегрева и переохлаждения компрессорной установки. За счет повышения взбитости (до 100 %) себестоимость мороженого значительно снижается. Основные технические характеристики фризера «Эльбрус-800» даны ниже.

Производительность, кг/смену .....	800
Производительность (по выходу мороженого):	
при температуре окружающей среды менее +24 °С	
и температуре загружаемой смеси менее +12 °С, кг/ч.....	100
с уровнем взбитости 100 %, л/ч.....	200
Температура готового мороженого, °С .....	От –3 до –6
Потребляемая мощность, кВт.....	9,1
Электропитание .....	3×380 В
Габаритные размеры, мм:	
длина .....	1250
ширина.....	800
высота .....	1650
Масса, кг .....	300

### *Фризер непосредственного действия «Matrix Gelato Machines»*

Фризер данной марки (рис. 19) имеет большую производительность, и в нем можно охлаждать смесь мороженого до низкой температуры – минус 10 °С.

Фризер предназначен для работы в непрерывном автоматическом режиме. Взбитость может регулироваться в диапазоне от 30 до

130 %. Смесь мороженого после выхода из фризера имеет идеальную кремовую структуру, она достаточно плотная и идеальна для наполнения упаковки и работы на экструзионных линиях. Производительность – от 300 до 1200 л/ч; температура мороженого, °С: от –4 до –10.

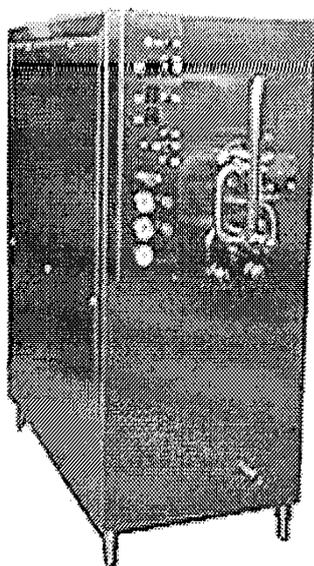


Рис. 19. Фризер «Matrix Gelato Machines»

Фризеры COREMA для изготовления мягкого мороженого отличаются высокой производительной мощностью и невысокой стоимостью при минимальных затратах энергии. Модели выполнены в двух вариантах – напольном и настольном. Установки надежны в эксплуатации. Основные технические характеристики фризеров COREMA приведены в табл. 9.

Таблица 9

**Технические характеристики фризеров COREMA**

Параметры	PHC-150	PHC-300	PHC-5000	PHC-800	PHC-1000	PHC-1200
Масса, кг	400	550	600	1500	1500	2000
Максимальная производительность, л/ч, при температуре мороженого на выходе –3 °С	150	300	500	800	1000	1200
Установленная мощность компрессора, кВт	5,0	9,1	15,7	22,6	30,5	35,6
Холодопроизводительность, кВт, при температуре конденсации +35 °С и испарения –30 °С	4	8	14	15	24	30

Параметры	PHC-150	PHC-300	PHC-5000	PHC-800	PHC-1000	PHC-1200
Хладагент	R404A	R404A	R404A	R404A	R404A	R404A
Мощность двигателя мешалки, кВт	2,2	3	3	15	15	22
Тип насосов	Поршневой двухступенчатый	Поршневой двухступенчатый	Поршневой двухступенчатый	Роторный	Роторный	Роторный
Мощность электродвигателя насоса, кВт	0,75	0,75	0,75	1,5	1,5	1,5
Температура смеси на входе, °С	+2...+4	+2...+4	+2...+4	+2...+4	+2...+4	+2...+4
Температура мороженого на выходе, °С	-2...-7	-2...-7	-2...-7	-2...-7	-2...-7	-2...-7
Размеры, мм (длина, ширина, высота)	1600×820× ×1600	1600×820× ×1600	1600×820× ×1600	2470×1070 ×1700	2470×1070 ×1700	2470×1070 ×1700

#### 1.4. Расчеты фризеров

Одновременно с охлаждением смеси во фризере происходит взбивание, при котором смесь насыщается воздухом в виде незначительных пузырьков размером 50–60 мкм, а ее объем увеличивается в 1,3–2 раза. В этом случае говорят о взбитости смеси, определяемой по формуле

$$S = \frac{V_M - V_c}{V_c} 100, \quad (1)$$

где  $S$  – взбитость смеси, %;  $V_M$  – объем взбитой смеси, л;  $V_c$  – объем смеси до насыщения ее воздухом, л.

Процент взбитости смеси для различных видов мороженого следующий: для молочного мороженого – от 60 до 80 %; для сливочного мороженого 80–100 %; для фруктового 25–40 %.

В практике процент взбитости определяют по формуле

$$S = \frac{q_c - q_m}{q_m} 100, \quad (2)$$

где  $q_c$  – масса некоторого объема смеси мороженого до фризирования, кг;  $q_m$  – масса мороженого, взятого в том же объеме, что и смесь, кг.

Удельный вес мороженого при различной взбитости и различном удельном весе приведен в табл. 10.

Таблица 10

Удельный вес смеси, кг/л	Взбитость мороженого, %							
	40	50	60	70	80	90	100	110
1,050	0,750	0,700	0,656	0,618	0,583	0,553	0,525	0,500
1,080	0,771	0,750	0,675	0,653	0,600	0,568	0,540	0,514
1,100	0,785	0,733	0,688	0,647	0,611	0,578	0,550	0,524
1,110	0,793	0,740	0,694	0,653	0,617	0,584	0,555	0,529

В процессе фризирования необходимо, чтобы кристаллы были более мелкие и равномерно распределялись по всей массе. Это будет способствовать получению мороженого нежной консистенции. Средняя величина кристаллов льда в готовом мороженом не должна превышать 60–80 мкм. Размеры кристаллов льда зависят от конечной температуры фризирования, их значения приведены в табл. 11.

Таблица 11

#### Зависимость размера кристаллов от температуры фризирования

Конечная температура фризирования	Средняя величина кристаллов льда в мороженом, мкм	Размеры наиболее крупных кристаллов льда, мкм	
		Длина	Ширина
–2,7	120–150	400–500	150–200
–3,3	100–120	250–300	120–150
–4,4	60–80	150–200	100–120
–6,1	40–50	100–120	70–90

Во фризерах периодического и непрерывного действия процесс охлаждения пристенного слоя смеси мороженого следующий. Поступившая в охлаждающий цилиндр фризера смесь охлаждается. При этом пристенный слой намерзает на внутренней поверхности охлаждающего цилиндра, так как температура стенки охлаждающего цилиндра, в зависимости от температуры рабочей среды в охлаждающей рубашке цилиндра, составляет от минус 15 до минус 25 °С.

Пристенный застывший слой непрерывно счищается, т. е. срезается ножами, размещенными на валу. Число ножей в соответствии с производительностью фризера – от 2 до 4. Частота вращения вала с ножами – от 200 до 600 об/мин. При вышеуказанных параметрах интервал срезания мороженого с пристенных слоев вала составляет 0,2–0,03 с.

За такой короткий отрезок времени пристенный слой смеси мороженого охлаждается на незначительную величину – от 40 до 60 мкм.

Счищенные застывшие слои (температура от минус 10 до минус 20 °С) смешиваются с находящейся в цилиндре основной массой смеси, охлаждая ее. По окончании фризирования, когда во фризерах периодического действия смесь будет иметь температуру минус 4,5 °С, а во фризерах непрерывного действия минус 6 °С, мороженое поступает на расфасовку.

Схема образования застывшего слоя во фризере показана на рис. 20.

Значение коэффициента теплопередачи определяется по формуле

$$K = \frac{1}{\frac{\delta_c}{\lambda_c} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (3)$$

где  $\delta_c$  – средняя толщина срезаемого слоя, м;  $\lambda_c$  – коэффициент теплопроводности срезаемого слоя, Вт/(м·град);  $\delta_i$  – толщина отдельных слоев многослойной стенки, м;  $\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности отдельных слоев многослойной стенки, Вт/(м·град);  $\alpha_2$  – коэффициент теплоотдачи от стенки к холодильному агенту, Вт/(м<sup>2</sup>·град).

Минимальная частота вращения ножевого вала фризера периодического действия определяется по формуле

$$n = \frac{67/5}{\sqrt{R}} \text{ об/мин}, \quad (4)$$

где  $R$  – радиус охлаждающего цилиндра, м.

Толщину срезаемого замерзающего слоя с охлаждающей поверхности цилиндра фризера вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{м.ср}} = \frac{1}{60} \left[ \frac{K_{\text{усл}}}{Zn} \right] \left[ \left( \frac{a_{\text{м.ср}}}{\lambda_{\text{м.ср}}} \frac{t_{\text{м.ср}} - t_0}{t_{\text{м}} - t_{\text{м.ср}}} \right) \left( \frac{1}{1 + \frac{\eta_{\text{м.ср}}}{C_{\text{м.ср}} (t_{\text{м}} - t_{\text{м.ср}})}} \right) \right] \text{ м}, \quad (5)$$

где  $K_{\text{усл}}$  – условный коэффициент теплоотдачи от хладагента к продукту, Вт/(м<sup>2</sup>·град);  $a_{\text{м.ср}}$  – температуропроводность срезаемого слоя, м<sup>2</sup>/ч;  $\lambda_{\text{м.ср}}$  – коэффициент теплопроводности срезаемого слоя, Вт/(м·град);  $t_{\text{м.ср}}$  – температура срезаемого слоя мороженого, °С;  $t_0$  – температура

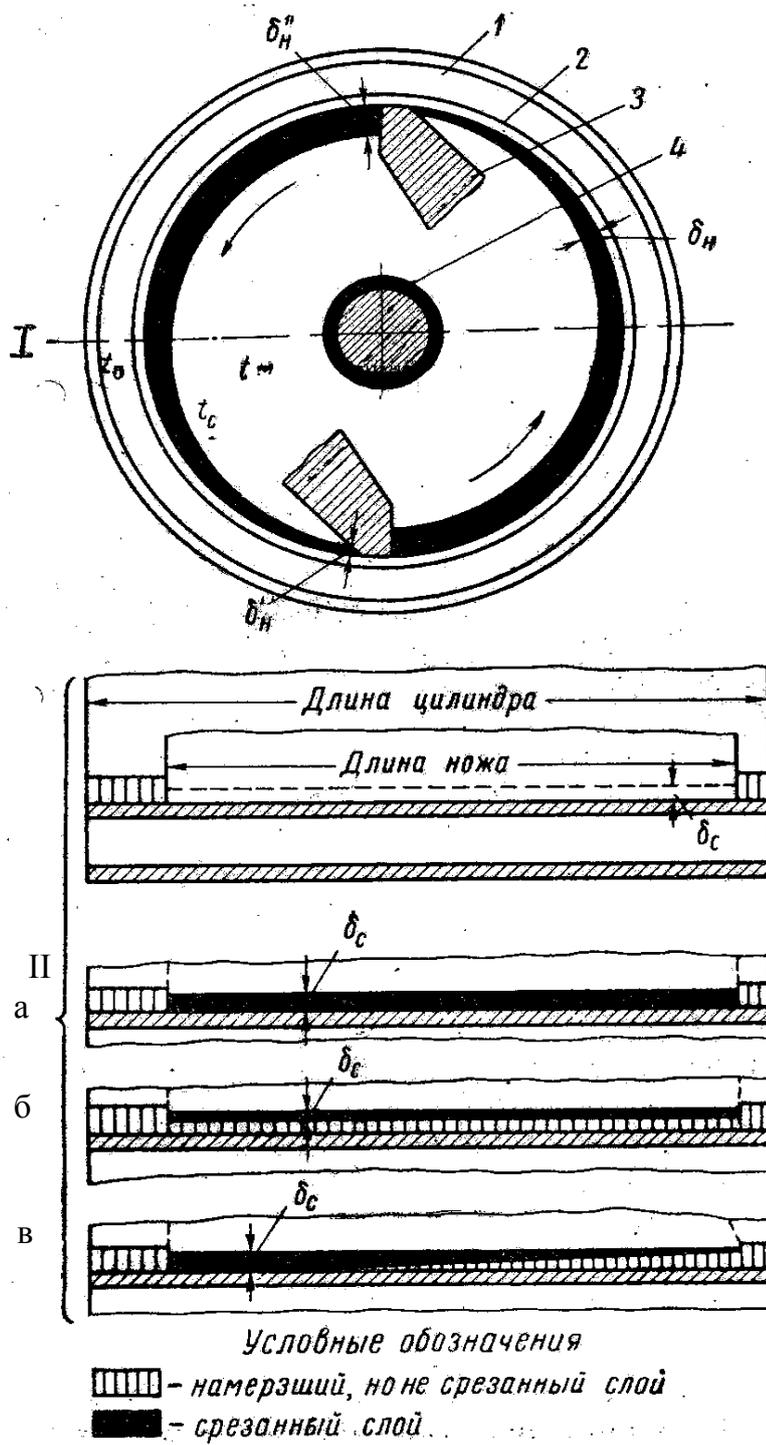


Рис. 20. Схема образования и срезания застывшего слоя мороженого во фризере:

- I – поперечный разрез цилиндрического блока; II – продольный разрез;
- а – равномерное и полное срезание; б – равномерное неполное срезание;
- в – неравномерное срезание;
- 1 – цилиндр; 2 – охлаждающая рубашка; 3 – нож; 4 – вал мешалки

охлаждающей среды, °С;  $t_m$  – температура смеси мороженого, °С;  $\eta_{м.ср}$  – теплота кристаллизации (тепло, выделившееся из слоя  $\delta_{м.ср}$  за один оборот ножевого вала с поверхности  $1 \text{ м}^2$  и в интервале изменения температуры слоя от  $t_m$  до  $t_{м.ср}$ ), дж/кг;  $C_{м.ср}$  – теплоемкость срезаемого слоя мороженого, дж/(кг·град);  $Z$  – количество ножей на ножевом валу;  $n$  – частота вращения ножевого вала в минуту.

По данным Т.А. Боушева, величина значения коэффициента теплопередачи для фризеров: с рассольным охлаждением – от 600 до 730 Вт/(м<sup>2</sup>·град); с аммиачным охлаждением – от 810 до 930 Вт/(м<sup>2</sup>·град); непрерывного действия – от 1500 до 1620 Вт/(м<sup>2</sup>·град), когда рабочие цилиндры изготовлены из нержавеющей стали.

Если же цилиндры изготовлены из углеродистой стали и внутренняя поверхность их хромирована, то значения коэффициента теплопередачи составляют от 2300 до 2900 Вт/(м<sup>2</sup>·град), т. е. увеличиваются почти в 1,5 раза, а следовательно, в полтора раза возрастает производительность фризера.

Определение производительности фризера периодического и непрерывного действия можно определить по формуле

$$G = \frac{\delta_{м.ср} Z n 60}{10^6 \Phi_{нер} \Phi_{раз}} F_{пов} \rho_{м.ср} \text{ кг/ч}, \quad (6)$$

где  $\delta_{м.ср}$  – толщина срезаемого замороженного слоя продукта, м;  $Z$  – количество ножей;  $n$  – частота вращения ножевого вала в минуту;  $\Phi_{нер}$  – коэффициент, который характеризует неравномерность среза (  $\Phi_{нер} > 1$  );  $\Phi_{раз}$  – коэффициент размораживания срезаемого слоя (  $\Phi_{раз} > 1$  );  $F_{пов}$  – поверхность, с которой срезается слой мороженого, м<sup>2</sup>;  $\rho_{м.ср}$  – средняя плотность мороженого, кг/м<sup>3</sup>.

Толщина срезаемого замерзшего слоя продукта у фризеров малой емкости от 10 до 12 мкм, а у фризеров большой емкости – от 15 до 25 мкм.

Значение коэффициента неравномерности среза удаляемого слоя продукта зависит от состояния ножей. Наиболее часто  $\Phi_{нер} = 1,1 \div 1,2$ . Однако при неправильно заточенных и тупых ножах значение коэффициента неравномерности среза увеличивается в 2–3 раза и величина коэффициента  $\Phi_{нер}$  достигает значения, равного 1,9–2,0.

В первом приближении коэффициенты неравномерности среза и размораживания можно объединить в один общий коэффициент  $\Phi$ , вычисляемый по формуле

$$\Phi = \Phi_{\text{нер}} \Phi_{\text{раз}} = \frac{\sum \delta_{\text{м.ср}} F_{\text{м.ср}} \rho_{\text{ср.м}}}{G} = \frac{G_{\text{м.ср}}}{G}, \quad (7)$$

где  $F_{\text{м.ср}}$  – поверхность, с которой срезается застывший слой продукта,  $\text{м}^2$ ;  $G$  – производительность фризера,  $\text{кг}$ ;  $G_{\text{м.ср}}$  – масса срезаемых застывших слоев продукта,  $\text{кг}$ ;  $\delta_{\text{м.ср}}$  – средняя плотность мороженого, которая определяется по формуле

$$\rho_{\text{ср.м}} = \frac{\rho_{\text{см}} + \rho_{\text{м.к}}}{2}, \quad \text{кг/м}^3, \quad (8)$$

где  $\rho_{\text{см}}$  – плотность смеси мороженого до ее фризирования,  $\text{кг/м}^3$ ;  $\rho_{\text{м.к}}$  – плотность мороженого при выгрузке из фризера,  $\text{кг/м}^3$ .

Процент замороженной воды определяют по формуле Г.М. Дезента

$$W_{\text{л}} = \left( 1 + \frac{AN + BZ}{W_{\text{с}} t_{\text{м}}} \right) \cdot 100, \quad (9)$$

где  $W_{\text{л}}$  – количество замороженной воды в мороженом, % к объему содержания воды в смеси;  $A$  – эмпирический коэффициент, учитывающий содержание лактозы и солей СОМО, а также понижение температуры замерзания, вызываемое присутствием этих веществ, ( $A = 0,54B + 2,65$ ). Величина  $B$  зависит от концентрации сахарного раствора и находится в диапазоне от 6 до 6,1. С учетом значений  $B$ , коэффициент  $A = 5,9-5,95$ . Значения коэффициента  $B$  в формуле (9) колеблются в пределах 4,73–6,94;  $N$  – содержание СОМО, % к массе смеси мороженого;  $Z$  – содержание сахара, % к массе смеси мороженого;  $B$  – эмпирический коэффициент, характеризующий удельное понижение температуры замерзания водного раствора сахара (сахарозы и лактозы) на каждый процент по отношению к воде;  $W_{\text{с}}$  – содержание воды в смеси, % к массе смеси мороженого.

В мороженом, содержащем фруктовые добавки – фруктозу и глюкозу, – необходимо учитывать понижение температуры замерзания в 1,9 раза по сравнению с мороженым, содержащим лактозу и сахарозу.

Криоскопическая температура вычисляется по формуле

$$t_{\text{кр}} = -\frac{AN + BZ}{W_c} \cdot 100, \quad (10)$$

учитывая, что  $t_M = t_{\text{кр}}$  при  $W_{\text{л}} = 0$ , можно определить величину  $W_{\text{л}}$  при известных значениях  $t_{\text{кр}}$  по формуле

$$W_{\text{л}} = \left(1 - \frac{t_{\text{кр}}}{t_M}\right) \cdot 100. \quad (11)$$

Расход холода во фризере определяются по формуле

$$q_3 = q_3' + q_3'', \quad (12)$$

где  $q_3'$  – удельный расход холода на охлаждение смеси мороженого от  $t_{\text{н.см}}$  до  $t_{\text{кр}}$ , ккал/кг;  $t_{\text{н.см}}$  – начальная температура смеси мороженого, °С;  $t_{\text{кр}}$  – криоскопическая температура, °С;  $q_3''$  – удельный расход холода на замораживание смеси с понижением температуры от  $t_{\text{кр}}$  до  $t_{\text{к}}$ , ккал/кг;  $t_{\text{к}}$  – конечная температура замороженной смеси, °С.

Значение удельного расхода холода на охлаждение смеси мороженого вычисляется по формуле

$$q_3' = C_{\text{см}} (t_{\text{н.см}} - t_{\text{кр}}), \quad (13)$$

где  $C_{\text{см}}$  – удельная теплоемкость мороженого, ккал/(кг · °С).

Удельный расход холода на замораживание смеси мороженого определяется по формуле

$$q_3'' = C_M (t_{\text{кр}} - t_{\text{к}}) + 80 \frac{W_c}{100} \frac{W_{\text{л}}}{100}, \quad (14)$$

где  $C_M$  – удельная теплоемкость мороженого в диапазоне  $t_{\text{кр}} - t_{\text{к}}$ , ккал/(кг · °С); 80 – теплота замерзания воды, °С.

В уравнении (14) первая его часть обозначает расход холода на понижение температуры смеси мороженого, а вторая часть – расход холода на замораживание воды в смеси мороженого.

Значение удельного расхода холода на замораживание смеси мороженого можно также найти по формуле

$$q_3'' = C_{m1}(t_{кр} - t_k) + 0,8W_c \left( 1 - \frac{t_{кр}}{t_k} \right), \quad (15)$$

Продолжительность цикла работы фризеров периодического действия производительностью от 120 до 200 кг/ч складывается из продолжительности их наполнения в течение 0,8–1 мин, а также длительности фризирования от 4,5 до 5 мин и времени опорожнения в продолжение 1,5–2 мин.

Расходуемая энергия ( $N$ ) для работы фризера определяется по формуле

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4, \text{ кВт},$$

где  $N_1$  – энергия, расходуемая для вращения вала, кВт;  $N_2$  – энергия, используемая при срезании ножами застывшего слоя мороженого, кВт;  $N_3$  – энергия, затрачиваемая на трение смеси мороженого о стенки морозильного цилиндра и торцевые днища, кВт;  $N_4$  – механические потери в приводе фризера, кВт.

Ориентировочно составляющие затраченной энергии распределяются следующим образом:  $N_1 = 50–70 \%$ ;  $N_2 = 8–12 \%$ ;  $N_3 = 4–5,5 \%$ ;  $N_4 = 17–32 \%$ .

Меньшие значения расходуемой энергии соответствуют замораживанию смеси мороженого до минус 2,5 °С, а большие значения этой энергии соответствуют замораживанию смеси мороженого до минус 4 °С.

Расход энергии возрастает по мере увеличения взбитости и замораживания смеси мороженого.

В конце фризирования расход энергии увеличивается почти в 10 раз в сравнении с началом процесса, что объясняется значительным увеличением вязкости смеси мороженого при понижении ее температуры.

## **2. МОЙКА ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОРОЖЕНОГО**

### **2.1. Автоматизированные моечные установки**

Безразборная механизированная (циркуляционная) санитарная обработка оборудования производится автоматизированными моечными отечественными установками В2-ОЦА и зарубежными типа СІР.

В состав моечной установки В2-ОЦА входит следующее оборудование:

- две емкости объемом по 120 л для концентрированных растворов; два резервуара емкостью по 2000 л для рабочих растворов и резервуар для воды емкостью 2000 л;

- насосы, с помощью которых осуществляется циркуляция рабочих растворов и воды, а также подача концентрированных растворов;

- пластинчатый теплообменник для нагрева рабочих растворов и воды;

- пневмошкаф и пульт управления.

Мойка и дезинфекция технологического оборудования с помощью автоматизированных моечных установок В2-ОЦА проводится в автоматическом режиме по заданным программам и дублируется ручным управлением (дистанционно). Резервуары для моющих растворов имеют перемешивающее устройство, датчики сигнализаторов верхнего и нижнего уровней, датчик концентрации.

Автоматизация моечных установок В2-ОЦА предусматривает:

- контроль регистрации и регулирования концентрации рабочих моющих растворов (каустической соды и кислоты), а также поддержание концентрации на заданном уровне;

- контроль регистрации и регулирования температуры моющих растворов и горячей воды в процессе мойки;

- подачу на мойку и возврат моющих растворов в соответствующие емкости;

- управление потоками моющих растворов и воды с помощью пневмоклапанов в дистанционном режиме и по выбранной программе.

Последовательность и продолжительность технологических операций при мойке оборудования с использованием установки В2-ОЦА приведены в табл. 13.

Установки для безразборной мойки типа СІР состоят из резервуаров с рабочими моющими растворами щелочи и азотной кислоты, а также резервуаров с горячей водой и водой для предварительного ополаскивания, емкость резервуаров – 5000 л.

Циркуляция моющих растворов и воды осуществляется насосами, нагрев – при помощи теплообменных аппаратов.

Процесс мойки происходит согласно заданной программе, обеспечивающей автоматическое регулирование режимов. Автоматизированная система мойки установки типа СІР имеет три программы. Две

программы применяются при санитарной обработке емкостей хранения, пластинчатых охладителей и соединительных трубопроводов, фризеров непрерывного действия и трубопроводов, ведущих к оборудованию для фасовки. В третью программу, используемую при обработке пастеризационных установок, входит промывка раствором азотной кислоты.

Таблица 13

**Последовательность и продолжительность технологических операций при мойке оборудования с использованием установки В2-ОЦА**

Технологическая операция	Продолжительность операции, мин		
	Пастеризационные установки	Емкости и трубопроводы	
		для молока	для смесей мороженого
Ополаскивание водопроводной водой	10–12	3–5	7–10
Циркуляция щелочного раствора	25–30	7–10	10–15
Ополаскивание теплой водой	10–12	5–7	7–10
Циркуляция раствора кислоты	20–25	7–10	10–15
Ополаскивание теплой водой	10–12	5–7	7–10
Обработка (стерилизация) горячей водой	18–20	10–15	10–15

Последовательность и продолжительность технологических операций при мойке оборудования с использованием моечной установки СІР указаны в табл. 14.

Таблица 14

**Последовательность и продолжительность технологических операций при мойке оборудования с использованием установки СІР**

Технологическая операция	Продолжительность операции, мин	
	Емкости хранения, пластинчатые охладители и др.	Пастеризационные установки
Ополаскивание водой	1–3	5–7
Обработка щелочным раствором	14–16	30–32
Ополаскивание водой	1–3	6–7
Обработка кислотным раствором	–	30–32
Ополаскивание горячей водой (50–60 °С)	–	14–16
Циркуляция горячей воды	10–12	10–12
Ополаскивание горячей водой	1–3	1–3

## 2.2. Санитарная обработка оборудования для смешивания сырья

В производстве мороженого смешивание сырьевых компонентов проводят, как правило, в сыродельных ваннах, а также в ваннах длительной пастеризации (ВДП) и аналогичном оборудовании (далее по тексту этого раздела – сыродельные ванны).

Назначение и режимы моющих средств при мойке оборудования для смешивания сырья приведены в табл. 15. Температура моющих средств колеблется в пределах 50–60 °С.

Таблица 15

**Назначение и режимы моющих средств при мойке оборудования для смешивания сырья**

Оборудование	Виды моющих средств	Концентрация, %
Сыродельные ванны	ТМС «Вимол»	0,5–0,7
	ТМС «РОМ-АЦ»	0,5–0,7
	Кальцинированная сода или ее смесь с тринатрийфосфатом и жидким стеклом (в равных соотношениях)	0,8–1,5

Санитарную обработку сыродельных ванн проводят ручным способом после каждого опорожнения в следующей последовательности:

- ополаскивание водой температуры от 35 до 40 °С для удаления остатков продукта;
- обработка моющим раствором температуры от 50 до 60 °С с помощью щеток;
- ополаскивание теплой водой температуры от 35 до 40 °С до полного удаления остатков моющего раствора;
- дезинфекция раствором дезинфектанта с помощью щеток в течение 5–8 мин (расход дезинфектанта от 3 до 8 л);
- ополаскивание водопроводной водой до полного удаления остатков и запаха дезинфектанта.

### **2.3. Санитарная обработка пластинчатых пастеризаторов и пастеризационных установок**

При санитарной обработке пастеризаторов моющим раствором наряду с остатками молока или смесей удаляется также молочный пригар. Наличие молочного пригара способствует сохранению термофильных бактерий и затрудняет теплопередачу при пастеризации.

Для исключения образования молочного пригара необходимо:

- избегать пастеризации молока и смесей повышенной кислотности;
- не допускать длительной работы оборудования без мойки;
- по окончании процесса пастеризации или в случае вынужденного перерыва немедленно прекратить подачу пара и охладить внутренние стенки пастеризаторов, смыть остатки молока или смеси небольшим количеством воды и затем пустить холодную воду внутрь аппарата или в паровое пространство;
- не пропаривать внутренние стенки пастеризаторов до устранения следов пригара, а также остатков молока или смеси;
- не проводить химическую дезинфекцию пастеризаторов препаратами, содержащими активный хлор и ионы кальция (хлорная известь);
- осуществлять санитарную обработку пластинчатых пастеризационных установок после окончания рабочего цикла, но не реже чем через 6–8 ч непрерывной работы в следующей последовательности:
  - подключение установки к системе для безразборной мойки или закольцовка на балансировочный бачок и мойка циркуляционным способом;
  - подсоединение контура к бакам с моющим раствором и циркуляция моющего раствора температуры от 70 до 80 °С в течение 6–10 мин;
  - ополаскивание контура трубопроводов теплой водой температуры от 35 до 40 °С в течение 5–7 мин до исчезновения следов моющего раствора;
  - дезинфекция контура трубопроводов дезинфицирующим раствором в течение 5–7 мин или с помощью обработки горячей водой (85–95 °С) в течение 10–15 мин или паром (100–120 °С) в течение 5–7 мин;
  - ополаскивание водопроводной водой до полного удаления остатков и запаха дезинфектанта.

## **2.4. Санитарная обработка молокосчетчиков и насосов**

При санитарной обработке молокосчетчики и насосы моют одновременно с трубопроводами, затем их разбирают и обрабатывают дополнительно вручную.

## **2.5. Санитарная обработка емкостей**

Перед проведением санитарной обработки емкостей необходимо провести:

- отсоединение каждой емкости от основной магистрали во избежание попадания моющих растворов в продукт;
- сбор остатков молока (других жидких молочных продуктов) или смеси мороженого, хранившихся в емкости, в бачок или флягу;
- разборку кранов на трубопроводе, а также пробоотборников;
- мытье арматуры моющим раствором температуры от 50 до 60 °С при использовании специального ерша и последующего ополаскивания водой температуры от 35 до 40 °С;
- установку промытой арматуры на промываемый контур;
- ополаскивание наружной поверхности емкости водой температуры от 35 до 40 °С, при необходимости – обработка моющим раствором.

### **2.5.1. Механический способ мойки емкостей**

Механическая санитарная обработка емкостей проводится после каждого их опорожнения в следующей последовательности:

- подсоединение емкости к линиям подачи воды, моющего раствора и дезинфицирующих средств;
- ополаскивание через форсунки водопроводной водой внутренней поверхности емкости в течение 3–5 мин до полного удаления остатков продукта;
- обработка внутренней поверхности емкости моющим раствором температуры от 70 до 80 °С путем его циркуляции в течение 5–10 мин;
- ополаскивание теплой водой температуры от 35 до 40 °С до полного удаления следов моющего раствора в течение 5–7 мин;

- дезинфекция емкости путем циркуляции дезинфицирующего раствора в течение 5–7 мин или горячей водой в течение 10–15 мин, или паром температуры от 100 до 120 °С в продолжение 5–7 мин;
- ополаскивание внутренней поверхности емкости водопроводной водой в течение 5–7 мин до полного удаления остатков и запаха дезинфектанта;
- дезинфекция арматуры путем погружения ее в дезинфицирующий раствор на 3–5 мин с дальнейшим ополаскиванием водопроводной водой до полного удаления остатков и запаха дезинфектанта и с последующей установкой на свои места;
- закрывание люка с прокладкой.

### 2.5.2. Ручной способ мойки емкостей

По мере необходимости, но не реже чем через четыре механические мойки, емкости необходимо мыть вручную (обращая особое внимание на поверхность емкости под форсункой, штуцером и осветительной арматурой) в следующей последовательности:

- вывешивание на пускателях мешалки плаката «Не включать – идет мойка», а на корпусе емкости – таблички «Человек в емкости»;
- приготовление моющих и дезинфицирующих растворов в ведрах, подготовка коврика, резиновых сапог, щеток на длинных ручках;
- обмывание наружной поверхности емкости теплой водой температуры от 35 до 40 °С (в случае загрязнения вымыть моющим раствором);
- ополаскивание через люк внутренней поверхности емкости от остатков продукта, используя теплую воду температуры от 35 до 40 °С или холодную водопроводную воду;
- обработка внутренней поверхности емкости моющим раствором с помощью щеток (расход моющего раствора 12–13 л на один резервуар емкостью 10 000 л);
- ополаскивание емкости теплой водой температуры от 35 до 40 °С до полного удаления остатков моющего раствора;
- обработка емкости раствором дезинфектанта;
- ополаскивание емкости водопроводной водой из шланга до удаления остатков и запаха дезинфектанта;

– дезинфекция арматуры путем погружения в дезинфицирующий раствор на 3–5 мин, ополаскивание водопроводной водой до удаления остатков и запаха дезинфектанта и установка на прежнее место.

## **2.6. Санитарная обработка трубчатых пастеризаторов**

Санитарную обработку трубчатых пастеризаторов проводят после окончания рабочего цикла, но не реже чем через 6–8 ч непрерывной работы, в следующей последовательности:

- подключение пастеризатора к системе безразборной мойки;
- проталкивание молока или смеси и ополаскивание через пропускание водопроводной воды в течение 5–10 мин;
- промывание щелочным раствором температуры от 70 до 80 °С в течение 40–60 мин;
- ополаскивание водой до полного удаления остатков щелочи в течение 10 мин;
- промывание раствором кислоты в течение 40 мин;
- ополаскивание водой до полного удаления остатков кислоты (определение результата по индикатору фенолфталеину) в течение 10 мин;
- отключение от системы безразборной мойки;
- открытие крышки для осмотра, при наличии пригара удалить его с помощью ершей, а внутренность ополоснуть из шланга теплой водой температуры от 35 до 40 °С;
- дезинфекция пастеризатора перед началом работы путем циркуляции горячей воды температуры от 85 до 95 °С в течение 10–15 мин.

## **2.7. Мойка змеевиковых пастеризаторов ОЗП, ванн длительной пастеризации и варочных котлов**

Мойку змеевиковых пастеризаторов (ОЗП), ванн длительной пастеризации (ВДП) и варочных котлов осуществляют вручную после каждого их опорожнения, но не реже чем через 6–10 ч работы, в следующей последовательности:

- ополаскивание из шланга с наконечником теплой водой температуры от 40 до 50 °С;

- заливка емкости моющим раствором температуры от 65 до 70 °С на 2–3 ч;
- отмывание емкости щетками и ершами до удаления остатков продукта;
- ополаскивание горячей водой температуры от 85 до 95 °С;
- при необходимости (наличие патогенной микрофлоры) дезинфекция паром температуры от 110 до 120 °С в течение 5–10 мин или дезинфицирующим раствором температуры до 40 °С в течение 5–7 мин. Расход дезинфицирующего раствора на одну емкость 10–12 л.

## **2.8. Санитарная обработка охладителей**

Молоко и смеси при производстве мороженого охлаждаются на пластинчатых, трубчатых, оросительных охладителях. Процесс охлаждения можно проводить также в ваннах ВДП и сливкосозревательных ваннах.

Мойка пластинчатых и трубчатых охладителей проводятся в конце рабочего цикла в следующей последовательности:

- подключение охладителя к системе для безразборной мойки или закольцовка на балансировочный бачок и мойка циркуляционным способом;
- проталкивание молока или смеси и ополаскивание их через пропускание водопроводной воды в течение 5–7 мин, а также одновременное промывание пластинчатого охладителя в течение 2–3 мин со стороны прохождения рассола;
- промывание щелочным раствором при температуре от 70 до 80 °С в течение 30–40 мин;
- ополаскивание водопроводной водой в продолжение 5–10 мин;
- перед пуском охладителя проводится его дезинфекция горячей водой температуры 85 °С в течение 10–15 мин.

Мойку оросительных охладителей также проводят в конце рабочего цикла вручную в следующей последовательности:

- проталкивание смеси и ополаскивание водопроводной водой через приемно-распределительный желоб в течение 8–10 мин. Первые смывные воды собирают и направляют на промпереработку;

- обработка труб и желобов моющим раствором температуры от 50 до 60 °С с помощью щеток и ершей, при этом моющий раствор заливают в приемную ванну или ведро;

- ополаскивание теплой водой температуры от 35 до 40 °С при помощи шланга до полного удаления остатков моющего раствора;

- дезинфекция с помощью щеток раствором дезинфектанта в течение 5–7 мин (расход дезинфектанта от 10 до 15 л);

- ополаскивание водопроводной водой из шланга до полного удаления остатков и запаха дезинфектанта.

По мере необходимости, но не реже одного раза в неделю, съемные желоба снимают, тщательно моют и дезинфицируют отдельно в специальных ваннах.

## **2.9. Мойка сливкосозревательных ванн**

Мойку сливкосозревательных ванн проводят вручную после каждого опорожнения в следующей последовательности:

- ополаскивание водой температуры от 45 до 50 °С для удаления остатков продукта;

- обработка моющим раствором температуры от 50 до 60 °С с помощью щеток и ершей (расход моющего раствора 5–12 л на емкость);

- ополаскивание теплой водой температуры от 35 до 40 °С до полного удаления остатков моющего раствора;

- дезинфекция с помощью щеток раствором дезинфектанта в течение 5–8 мин (расход дезинфектанта на емкость 3–5 л);

- ополаскивание водопроводной водой до полного удаления остатков и запаха дезинфектанта.

## **2.10. Санитарная обработка гомогенизаторов**

Мойку гомогенизаторов проводят ежедневно после окончания работы. Пластинчатые или трубчатые пастеризаторы моются одновременно с гомогенизаторами.

В случае использования пастеризаторов периодического действия гомогенизатор моют отдельно в следующей последовательности:

- снятие давления;

- проталкивание молока или смеси и ополаскивание через пропускание водопроводной воды в течение 5–7 мин (вода поступает через накопительную емкость);
- промывание щелочным раствором при температуре от 70 до 80 °С в течение 15–20 мин (щелочной раствор заливают в накопительную емкость);
- ополаскивание водопроводной водой в течение 5–7 мин;
- дезинфекция горячей водой температуры от 85 до 95 °С в течение 10–15 мин

## 2.11. Санитарная обработка фризеров

Назначение и режимы применения моющих средств для мойки фризеров отечественного производства и морожениц указаны в табл. 16.

Таблица 16

**Назначение и режимы применения моющих средств для мойки фризеров отечественного производства**

Оборудование	Виды моющих средств	Концентрация, %	Температура
Фризеры непрерывного, периодического и полунепрерывного действия	ТМС «Вимол»	0,7–0,9	70–80
	ТМС «РОМ-АЦ»	0,7–0,9	50–60
	Кальцинированная сода или ее смесь с тринарийфосфатом и жидким стеклом (в равных соотношениях)	0,8–1,5	Ручной способ

### *Фризеры непрерывного действия отечественного производства*

Остановку и выключение фризера после работы перед мойкой осуществляют следующим образом:

- фризер ОФИ: прекращают подачу смеси в расходный бачок и переключают трехходовой запорный аммиачный кран в нерабочее положение. Затем на инжекторной линии и перед поплавковым регулятором уровня закрывают запорные вентили. Как только из фризера пойдет жидкая смесь, вариатор устанавливают в среднее положение

и выключают электродвигатель. Закрывают главный жидкостный вентиль у фризера;

– фризер А1-ОФФ: закрывают запорный вентиль на линии подачи жидкого аммиака, а затем запорный аммиачный кран в аккумуляторе. Пропустив во фризер остатки смеси в баке, наливают в него холодную воду и продуктовым насосом подают во фризер. Когда вода, вытеснив смесь из цилиндра, польется из патрубка, выключают мешалку. Затем выключают продуктовый насос и открывают вентиль на байпасной линии;

– фризер А1-ОФУ: смесь подается сюда из расходного бака. Затем поворачивается пакетный ключ в положение «Стоп». Закрываются запорные вентили на жидкостной и газовой (горячего аммиака) линиях. Открывается вентиль на байпасной линии горячего аммиака. Выключается воздушный компрессор.

Санитарную обработку фризеров указанных моделей проводят ежедневно сразу после окончания работы в следующей последовательности:

- подача в расходный бачок холодной водопроводной воды;
- вытеснение из цилиндра фризера остатков смеси и мороженого;
- сбор первых смывных вод и направление их на промпереработку;
- подача в расходный бачок водопроводной воды температуры 35 – 40 °С и ополаскивание его до появления прозрачной воды;
- подача в расходный бачок щелочного моющего средства температуры от 35 до 40 °С;
- ополаскивание теплой, а затем холодной водопроводной водой;
- разборка фризера и мытье расходного бачка, стенок цилиндра фризера, крышки моющим раствором температуры от 50 до 60 °С вручную с помощью ершей и щеток;
- мойка вручную в специальной емкости мешалки фризера моющим раствором температуры от 50 до 60 °С;
- разборка и мойка вручную шестеренных продуктовых насосов в специальной емкости моющим раствором температуры от 50 до 60 °С;
- дезинфекция специальным раствором расходного бачка, стенок цилиндра, а также крышки с помощью щеток;

- дезинфекция мешалки фризера и деталей продуктовых насосов, соприкасающихся с продуктом, путем погружения их в дезинфицирующий раствор на 5–7 мин;
- дезинфекция мешалки фризера с помощью погружения ее в дезинфицирующий раствор на 5 мин;
- ополаскивание всех деталей фризера холодной водопроводной водой до исчезновения остатков и запаха дезинфектанта.

*Фризер непрерывного действия марки KF-R  
(фирма "Хойер", Дания)*

Фризер этой марки входит в линию для производства мороженого на палочке (эскимо). Мойку его проводят по программе очистки СІР или циркуляционным способом. При использовании циркуляционного способа мойку осуществляют в следующей последовательности:

- снять крышки с насосов, удалить «звездочку» и рабочее колесо; промыть в моющем растворе с помощью щеток и продезинфицировать путем погружения в емкость с дезинфицирующим раствором. «Звездочка» и рабочее колесо изготовлены с большой точностью, мыть их необходимо осторожно, избегая ударов и падений;
- поместить в отверстие оси специальную пробку (поставляемую в комплекте с фризером), поставить крышки насосов. При снятых «звездочке» и колесе вода свободно проходит через насос, что обеспечивает их мойку.

В качестве моющего раствора рекомендуется использовать 1 %-й раствор каустической соды со смачивающим веществом и с фосфатными добавками.

Мойка фризера предусматривает возврат и многократное использование моющего раствора. В качестве дезинфицирующего средства используют горячую воду (85–95 °С) и пропаривание. Пользоваться дезинфицирующими средствами, содержащими хлор, и моющими средствами, обладающими кислой реакцией, нельзя, так как хлор и кислота вызывают коррозию хромированных покрытий.

Перед началом мойки необходимо пускать главный двигатель несколько раз на 15–20 с, чтобы обеспечить полную очистку цилиндра и ротора. Нельзя, чтобы двигатель работал в течение всего периода мойки, так как это вызывает его быстрый износ. Опасно удалять

ограждение фризера, когда он находится в положении очистки, потому что цепи и ремни приходят в движение автоматически.

Один раз в неделю или чаще, по мере необходимости, рекомендуется разбирать фризер, вынимать ножи-скребки и мешалку, чтобы проверить качество мойки и состояние скребков.

При мойке фризера по программе очистки СІР необходимо:

- включить кнопку "СІР" в положение "І";
- учитывать, что главный двигатель и насос включаются автоматически с интервалом в 150 с и работают течение 8 с;
- при потребности такой режим мойки можно изменять.

В программу СІР входят следующие этапы и параметры (временные и температурные):

1. Предварительное ополаскивание холодной водой в течение 7 мин.
2. Промывание моющим раствором температуры от 65 до 70 °С в течение 12 мин. Моющий раствор должен быть такой же концентрации, как и при циркуляционной мойке. Программа предусматривает возврат моющего раствора в бак.
3. Дезинфекция горячей водой температуры 90–95 °С проводится в течение 12 мин.

### *Фризеры периодического действия*

Остановка и выключение фризера после работы перед мойкой осуществляются следующим образом:

– фризер ОФА-М: сначала закрывают вентиль на жидкостной линии перед фильтром аммиачной системы фризера. Фризерование двух последних порций смеси производят за счет накопившегося аммиака в аккумуляторе и в рубашке цилиндра. Закончив фризерование последней порции смеси, перекрывают трехходовой запорный аммиачный кран под цилиндром. Часть мороженого, которая не выгружается из цилиндра, разбавляют смесью, вследствие чего вся оттаявшая жидкая масса сливается в отдельный бачок;

– фризер ОФН-М: для остановки фризера при окончании работы перед выпуском последней порции мороженого закрывают вентиль на трубопроводе, подводящем холодный рассол. Выгружают мороженое из цилиндра и останавливают электродвигатель. Закрывают вентиль на линии отходящего рассола.

Санитарную обработку фризеров проводят ежедневно, сразу после окончания работы в следующей последовательности:

- подача в расходный бачок холодной водопроводной воды;
- вытеснение из цилиндра фризера остатков смеси и мороженого;
- сбор первых смывных вод и направление их на промпереработку;
- подача в мерную ванну водопроводной воды температуры 35–40 °С и ополаскивание фризера в течение 3–5 мин, для чего включается мешалка;
- слив воды из цилиндров;
- повторное ополаскивание водопроводной водой температуры 35–40 °С;
- заполнение цилиндра моющим раствором температуры от 50 до 60 °С;
- мойка мешалками цилиндра фризера моющим раствором в течение 3–5 мин;
- слив моющего раствора через спускной кран;
- ополаскивание водопроводной водой при работающих мешалках, повторение операции для получения чистой промывной воды;
- отключение электродвигателя, разборка цилиндра;
- ручная мойка при помощи щеток и ершей мерной ванны, задней и передней стенок, крышки ванны, смотрового стекла накладки, спускного крана, поплавкового клапана для подачи смеси моющего раствора температуры от 50 до 60 °С; съемные детали тщательно промывают, опуская их в моющий раствор;
- ручная мойка мешалки со взбивателем и ножами с помощью щеток и ершей в моющем растворе температуры от 50 до 60 °С;
- ополаскивание теплой и холодной водопроводной водой вымытых вручную мешалки, взбивателя и ножей.

Дезинфекцию фризера осуществляют в следующей последовательности:

- залив в цилиндры через мерную ванну дезинфицирующего средства;
- ополаскивание цилиндра фризера дезинфицирующим средством в течение 5–8 мин;
- слив дезинфицирующего средства;

- ополаскивание холодной водопроводной водой цилиндра фризера до исчезновения остатка и запаха дезинфектанта;
- дезинфекция съемных деталей, соприкасающихся со смесью и мороженым, путем опускания их в емкость с дезинфицирующим раствором;
- ополаскивание холодной водопроводной водой съемных деталей до исчезновения остатка и запаха дезинфектанта.

## **2.12. Мойка и дезинфекция рук обслуживающего персонала**

Работники производственных цехов должны мыть руки и дезинфицировать их перед началом работы, после каждого перерыва в работе при возвращении в цех; в случае соприкосновения в цехе с предметами, которые могут загрязнить руки, их моют каждый раз дополнительно. Моют и дезинфицируют руки в такой последовательности: дважды промывают до локтевого сгиба (при первом намыливании обязательно применять щетку), тщательно оттирают ладони и тыльную часть рук, причем особое внимание обращают на неровности кожи и пространство под ногтями; затем смывают мыло, намыливают во второй раз и, не применяя щетки, смывают мыло водой.

После обмывания руки ополаскивают осветленным раствором хлорной извести с массовой долей активного хлора от 0,05 до 0,1 % или раствором хлорамина концентрацией от 0,1 до 0,2 %, затем остатки раствора тщательно смывают водопроводной водой.

Для мойки рук рекомендуют использовать жидкое или хлораминное мыло, а также моющее средство «Вега».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Арет В.А., Николаев Л.К., Николаев Б.Л.** Физико-механические свойства сырья и готовой продукции. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 448 с.
2. **Дезент Г.М., Боушев Т.А.** Оборудование для производства мороженого. – М.: Госторгиздат, 1961. – 216 с.
3. **Кладий А.Г., Выгодин В.А.** Производство мороженого и вафельных изделий. – М.: Галактика – ИТМ, 1993. – 317 с.
4. Машины и аппараты пищевых производств: В 3 кн. / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков, В.А. Панфилов, О.А. Ураков. – М.: Колос, 2009.
5. **Николаев Л.К.** Фризеры непрерывного действия. – СПбГУНиПТ, 2007. – 16 с.
6. **Оленев Ю.А.** Технология и оборудование для производства мороженого. – М.: Де Ли, 1999. – 272 с.
7. **Оленев Ю.А.** и др. Справочник по производству мороженого. – М.: Де Ли, 2004. – 798 с.
8. **Самойлов В.А.** и др. Справочник технолога молочного производства. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 852 с.
9. **Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Ю.П.** Технологическое оборудование молочной промышленности. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. – 432 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. ФРИЗЕРЫ.....	3
1.1. Общие сведения.....	3
1.2. Фризеры малой производительности.....	9
1.3. Фризеры для промышленных предприятий молочной промышленности .....	20
1.4. Расчеты фризеров .....	38
2. МОЙКА ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОРОЖЕНОГО .....	45
2.1. Автоматизированные моечные установки .....	45
2.2. Санитарная обработка оборудования для смешивания сырья ..	48
2.3. Санитарная обработка пластинчатых пастеризаторов и пастеризационных установок .....	49
2.4. Санитарная обработка молокосчетчиков и насосов .....	50
2.5. Санитарная обработка емкостей.....	50
2.6. Санитарная обработка трубчатых пастеризаторов.....	52
2.7. Мойка змеевиковых пастеризаторов ОЗП, ванн длительной пастеризации и варочных котлов .....	52
2.8. Санитарная обработка охладителей .....	53
2.9. Мойка сливкосозревательных ванн.....	54
2.10. Санитарная обработка гомогенизаторов.....	54
2.11. Санитарная обработка фризеров.....	55
2.12. Мойка и дезинфекция рук обслуживающего персонала.....	60
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	61



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

---

## ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Институт холода и биотехнологий является преемником Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ), который в ходе реорганизации (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 2209 от 17 августа 2011г.) в январе 2012 года был присоединен к Санкт-Петербургскому национальному исследовательскому университету информационных технологий, механики и оптики.

Созданный 31 мая 1931года институт стал крупнейшим образовательным и научным центром, одним из ведущих вузов страны в области холодильной, криогенной техники, технологий и в экономике пищевых производств.

В институте обучается более 6500 студентов и аспирантов. Коллектив преподавателей и сотрудников составляет около 900 человек, из них 82 доктора наук, профессора; реализуется более 40 образовательных программ.

Действуют 6 факультетов:

- холодильной техники;
- пищевой инженерии и автоматизации;
- пищевых технологий;
- криогенной техники и кондиционирования;
- экономики и экологического менеджмента;
- заочного обучения.

За годы существования вуза сформировались известные во всем мире научные и педагогические школы. В настоящее время фундаментальные и прикладные исследования проводятся по 20 основным научным направлениям: научные основы холодильных машин и термотрансформаторов; повышение эффективности холодильных установок; газодинамика и компрессоростроение; совершенствование процессов, машин и аппаратов криогенной техники; теплофизика; теплофизическое приборостроение; машины, аппараты и системы кондиционирования; хладостойкие стали; проблемы прочности при низких температурах; твердотельные преобразователи энергии; холодильная обработка и хранение пищевых продуктов; тепломассоперенос в пищевой промышленности; технология молока и молочных продуктов; физико-химические, биохимические и микробиологические основы переработки пищевого сырья; пищевая технология продуктов из растительного сырья; физико-химическая механика и тепло-и массообмен; методы управления технологическими процессами; техника пищевых производств и торговли; промышленная экология; от экологической теории к практике инновационного управления предприятием.

В институте создан информационно-технологический комплекс, включающий в себя технопарк, инжиниринговый центр, проектно-конструкторское бюро, центр компетенции «Холодильщик», научно-образовательную лабораторию инновационных технологий. На предприятиях холодильной, пищевых отраслей реализовано около тысячи крупных проектов, разработанных учеными и преподавателями института.

Ежегодно проводятся международные научные конференции, семинары, конференции научно-технического творчества молодежи.

Издаются журнал «Вестник Международной академии холода» и электронные научные журналы «Холодильная техника и кондиционирование», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Экономика и экологический менеджмент».

В вузе ведется подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре и докторантуре по 11 специальностям.

Действуют два диссертационных совета, которые принимают к защите докторские и кандидатские диссертации.

Вуз является активным участником мирового рынка образовательных и научных услуг.

**[www.ihbt.edu.ru](http://www.ihbt.edu.ru)**  
**[www.gunipt.edu.ru](http://www.gunipt.edu.ru)**

Николаев Борис Львович  
Николаев Лев Константинович

**ПРОЦЕССЫ ФРИЗЕРОВАНИЯ  
СМЕСЕЙ МОРОЖЕНОГО,  
РАСЧЁТЫ И УСТРОЙСТВО ФРИЗЕРОВ**

Учебно-методическое пособие

*Ответственный редактор*  
Т.Г. Смирнова

*Редактор*  
Р.А. Сафарова

*Компьютерная верстка*  
Д.Е. Мышковский

*Дизайн обложки*  
Н.А. Потехина

---

Подписано в печать 22.11.2013. Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 3,72. Печ. л. 4,25. Уч.-изд. л. 3,94  
Тираж 150 экз. Заказ № С 80

---

НИУ ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49  
ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Санкт-Петербургский национальный исследова-  
тельный университет  
информационных технологий,  
механики и оптики  
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49  
Институт холода и биотехнологий  
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

