

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО  
Механіко-технологічний факультет**



Кафедра ОПХВ ім. проф. Ф.Ю. Ялпачика

**ФРИЗЕРИ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МОРОЗИВА**

методичні вказівки до лабораторної роботи з дисципліни  
"Інноваційні технології та обладнання галузі"  
для студентів денної та заочної форми навчання  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»

Мелітополь, 2020

**Фризери періодичної дії для виробництва морозива.** Методичні вказівки для студентів, які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування», здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» – Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2020 - 23 с

Розробники: к.т.н., доцент Паляничка Н.О.  
к.т.н., ст. викл. Верхоланцева В.О.

Рецензент: доктор технічних наук, професор кафедри МЕЗ Волошина А.А.

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри ОПХВ ім. проф. Ф.Ю. Ялпачика  
Протокол № від 2020 р.

Методичні вказівки затверджені методичною радою факультету МТ  
Протокол № від 2020 р.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

### ФРИЗЕРИ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МОРОЗИВА

**Мета роботи:** отримання, розширення і поглиблення знань по призначенню, принципам дії, будові, розрахунках, роботі та регулюванню фризерів періодичної дії.

Час виконання роботи 4 години.

#### 1 Порядок виконання роботи

- ознайомитись з теорією, технологічними і холодильними схемами пристроїв для заморожування компонентів морозива – фризерів;
- розглянути принцип дії та будову основних конструкцій фризерів періодичної дії та діючої лабораторної установки;
- ознайомитись з рецептурою і скласти потрібну суміш для виробництва морозива;
- провести налагодження, регулювання і підготовку до роботи діючої лабораторної установки (фризера);
- виконати експериментальні дослідження процесу заморожування, рецептурної суміші морозива;
- зробити аналіз результатів експерименту, сформулювати висновки за результатами роботи, оформити звіт з роботи і захистити його.

#### 2 Завдання для самопідготовки

У процесі підготовки до заняття студент повинен:

- **вивчити і повторити:**
  - 1) класифікацію фризерів; 2) призначення, принцип дії і будову основних видів фризерів для морозива.
- **знати:** механізм холодильної обробки морозива, порядок дій при виконанні цієї операції;
- **вміти:** проводити налаштування обладнання, лабораторних установок, користуватися контрольно-вимірними приладами, проводити визначення основних аналітичних залежностей за темою дослідження, проводити аналіз результатів експерименту.

#### 3 Теоретична частина

##### 3.1 Класифікація фризерів

Фризер є основною машиною у виробництві морозива. Фризер – апарат для готування м'якого і твердого морозива. Фризер одночасно насичує

повітрям, перемішує, заморожує попередньо приготовлену рідку суміш до температури  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Обладнання цього типу активно використовується у кафе і точках продажів на вулиці і в торговельних центрах.

Фризери різняться і класифікуються за наступними параметрами: залежно від продукту на виході (фризери для твердого і фризери для м'якого морозива); варіант виконання фризера (настільний або такий, що стоїть на підлозі); продуктивність фризера; об'єм бункера для суміші; об'єм циліндра або циліндрів заморожування; тип охолодження у фризери; наявність пастеризації; наявність повітряної помпи.

Основною відмінністю між фризерами для твердого морозива і фризерами для м'якого морозива – це температура продукту на виході. У фризерах для твердого морозива (їх ще називають батч-фризери) вона становить  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а у фризерах для м'якого морозива близько  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . У фризерах крім морозива можна готувати інші холодні десерти, такі, як граніто, сорбетто, фроузен-йогурт і багато чого іншого.

За принципом дії розрізняють два основних види фризерів: періодичної дії (ФПД) і безперервної дії (ФБД).

В апаратах ФПД усі операції – наповнення фризера сумішшю, фризерування і випуск морозива здійснюються послідовно одна за іншою; у фризерах ФБД – безупинно і одночасно.

Залежно від системи охолодження фризери бувають із розсільним або безпосереднім охолодженням. У фризерах з розсільним охолодженням використовується циркулюючий у сорочці фризера розчин солі (звичайно хлористий кальцій), охолоджений у випарнику холодильної машини.

Принцип дії фризерів з безпосереднім охолодженням заснований на кипінні холодильного агента (найчастіше аміаку, у деяких конструкціях – фреону або хлорметилу).

Обидві системи охолодження можуть бути застосовані і у ФПД і ФБД. На цей час розсільне охолодження використовують тільки у фризерах періодичної дії.

Фризери з безпосереднім охолодженням, у свою чергу, діляться на два види – із затопленою системою та з примусовою циркуляцією холодильного агента, причому циркуляція здійснюється за допомогою інжектора або насоса.

### 3.2 Технологічні і холодильні схеми роботи фризерів

*Технологічні схеми.* У фризерах періодичної дії (рисунок 1) через воронку 1 у циліндр 3 заливається самопливом певна порція суміші (40...50% його повної ємності).

У циліндрі суміш перемішується мішалкою 4 і збивається. Циркулюючий у сорочці 5 розсіл або паровий холодильний агент охолоджує суміш, яка досягає криоскопічної температури, а потім при подальшому відводі тепла намерзає тонким шаром на стінці циліндра.

При обертанні мішалки шарнірно підвішені на ній ножі 2 притискаються відцентровою силою до стінки циліндра і зрізують з неї замерзлий шар. Поверхня циліндра, що оголилася, покривається новим шаром суміші, що також примерзає до стінки і знову зрізується ножами.

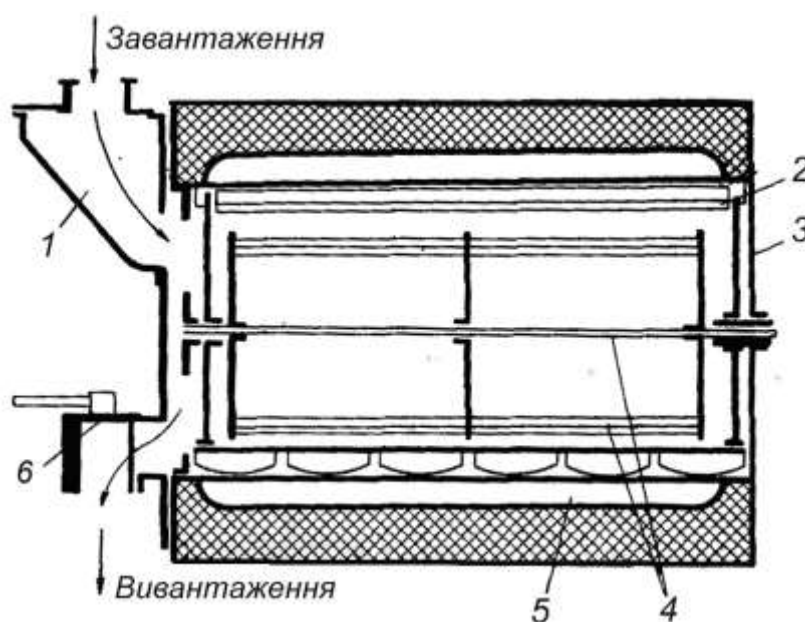


Рисунок 1 – Технологічна схема фризера періодичної дії:

1 - воронка; 2 - ніж; 3 - циліндр; 4 - мішалка; 5 - сорочка; 6 - розвантажувальна засувка.

Для прискорення розвантаження циліндра в мішалці ФПД влаштовані гвинтові ребра, які направляють морозиво до виходу. Напір, створюваний цими ребрами, достатній тільки на подолання опорів всередині циліндра і у розвантажувальній засувці. Тому розвантаження фризера періодичної дії, так само як і завантаження, відбувається самопливом.

У фризерах безперервної дії суміш і повітря подаються у циліндр за допомогою насосів. Процес заморожування у ФБД здійснюється принципово так само, як і у ФПД. І тут суміш намерзає на стінці циліндра і зрізується з неї ножами. Однак, на відміну від ФПД, у ФБД мішалка займає більшу

частину ємності циліндра і корисна його ємність, тобто одночасна ємність робочої камери, утвореної кільцевим зазором між мішалкою та стінкою циліндра, порівняно мала (2...4 л), що сприяє інтенсивності заморожування.

Під тиском насосів, що безупинно подають суміш і повітря, отримане в циліндрі морозиво також безупинно витісняється з його.

Якщо заморожування у ФПД і ФБД відбувається по тому самому принципу, то механізм другого елемента фризера – збивання у ФБД істотно відрізняється від ФПД.

У загальному процесі збільшення об'єму системи суміш - морозиво при фризераванні у ФБД можна розглядати три стадії: уведення повітря у суміш, його впровадження, тобто перемішування та рівномірний розподіл повітряних пухирців у масі суміші і, нарешті, розширення повітряних пухирців при виході морозива із циліндра.

Сутність останньої стадії зводиться до наступного. Суміш у циліндрі ФБД перебуває під тиском, що створюється примусовою подачею суміші і повітря у циліндр, зростанням в'язкості морозива по мірі його замерзання, а також опором у шляхах проходження суміші і морозива; внаслідок цього повітряні пухирці в морозиві під час перебування його в циліндрі перебувають у стислому стані та по виході морозива з циліндра розширюються, що збільшує об'єм морозива, а, отже, і його збитість.

За принципом здійснення першої стадії збивання ФБД діляться на два типи: з підсмоктуванням повітря та з нагнітанням. На рисунку 2 показана технологічна схема фризера з підсмоктуванням повітря.

Суміш із прийомного бачка 1 надходить до насоса першої ступені 5, який по сполучній лінії 3 подає її у насос другої ступені 4. Насоси працюють з різною частотою обертання: насос другої ступені обертається у більш ніж три рази швидше, ніж насос першої ступені. Насос другої ступені, таким чином, має більшу продуктивність.

Усмоктувальна лінія насоса 4 у той же час є нагнітальною лінією насоса 5, і живлення насос 4 одержує тільки з лінії 3; внаслідок цього між насосами створюється розрідження, і насос другої ступені через вбудований у лінії 3 повітряний клапан 2 підсмоктує повітря і перемішує його із сумішшю.

Кількість повітря, що всмоктується, регулюється за допомогою клапана 2. Насичена повітрям суміш подається насосом 4 під тиском у циліндр фризера 5 і попадає у робочу камеру між стінкою циліндра і мішалкою 6. Тут поряд з охолодженням і замерзанням суміші відбувається також остаточне впровадження повітря.

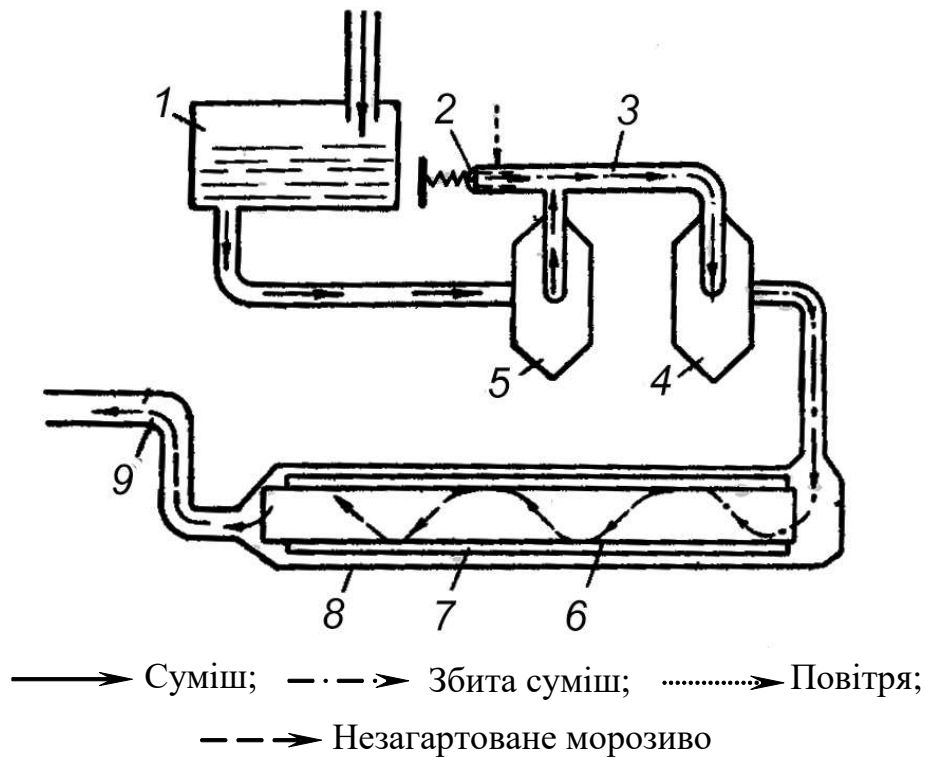


Рисунок 2 – Технологічна схема ФБД із підсмоктуванням повітря:

1 - приймальний бачок; 2 - повітряний клапан; 3 – з'єднувальна лінія; 4 - насос другої ступені; 5 - насос першої ступені; 6 - мішалка; 7 -ніж; 8 - циліндр; 9 - випускний патрубок.

Під тиском насоса другої ступені, який безупинно подає у циліндр суміш, морозиво витісняється із циліндра і виходить через випускний патрубок 9.

Таким чином, у фризерах з підсмоктуванням повітря насос першої ступені подає суміш, а насос другої ступені засмоктує також повітря, робить первинне перемішування його із сумішшю, подає суміш із повітрям у циліндр, підтримує у циліндрі необхідний тиск і витісняє морозиво із фризера.

Технологічна схема фризера безупинної дії із нагнітанням повітря показана на рисунку 3.

За цією схемою суміш надходить із танка або приймального бачка 1 за допомогою насоса 11 безпосередньо в циліндр 9. Сюди ж через фільтр 6 повітряним компресором 7 по особливій лінії 5 нагнітається повітря. Первинне перемішування повітря із сумішшю і його впровадження у суміш здійснюються у самому циліндрі.

Для видачі морозива із циліндра передбачений насос 5. У фризерах цього типу морозиво в циліндрі також перебуває під тиском і по виходу із фризера розширюється. Збитість регулюється зміненням тиску повітря за

допомогою повітряного вентиля 2. Суміш у повітряну лінію не попадає завдяки зворотному клапану 3.

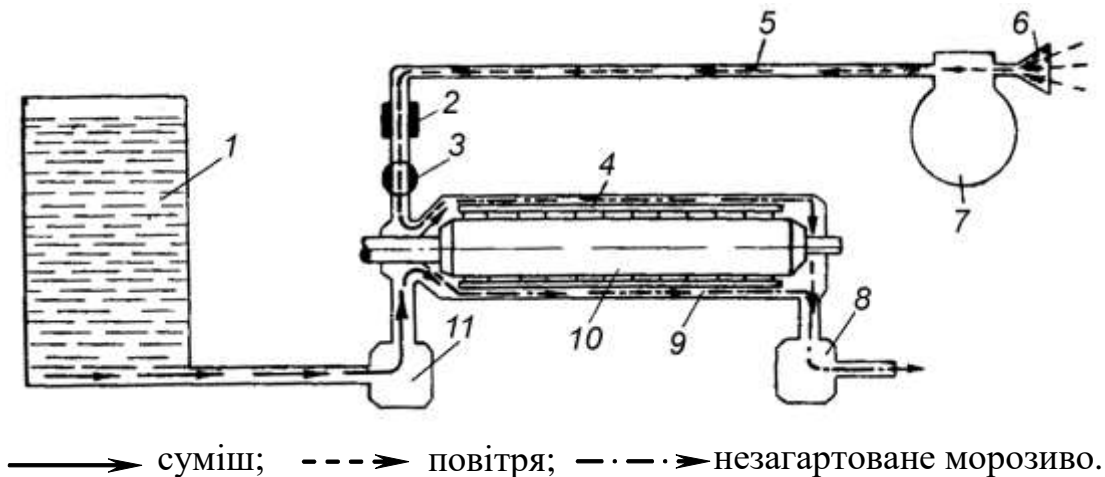
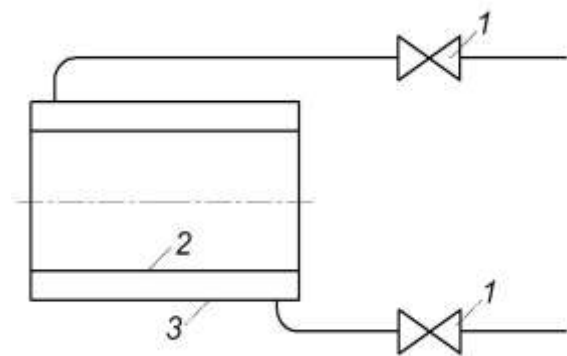


Рисунок 3 – Технологічна схема ФБД із нагнітанням повітря:

1 - приймальний бачок; 2 - повітряний вентиль; 3 - зворотній клапан; 4 - ніж; 5 - лінія подачі повітря; 6 - повітряний фільтр; 7 - компресор; 8 - насос для морозива; 9 - циліндр; 10- мішалка; 11 - насос для суміші.

Таким чином, характерною рисою такого фризера є роздільна подача повітря й суміші в циліндр, а також відсмоктування морозива насосом, розташованим на виході із циліндра.

*Холодильні схеми фризерів.* На рисунку 4 показана принципова схема фризера з ропним охолодженням. Розсіл подається насосом з випарника холодильної установки в сорочку фризера 3 і обмиває зовнішню поверхню циліндра 2.



Розсіл, отеплений у результаті поглинання тепла від суміші, повертається у випарник для повторного охолодження, а потім знову в сорочку. На вході й виході із сорочки ставляться запірні засувки 1.

Рисунок 4 – Холодильна схема фризера з ропним охолодженням:

1 - запірні засувки; 2 - циліндр; 3 - сорочка фризера.

На рисунку 5 представлена схема фризера безпосереднього охолодження із затопленою системою.



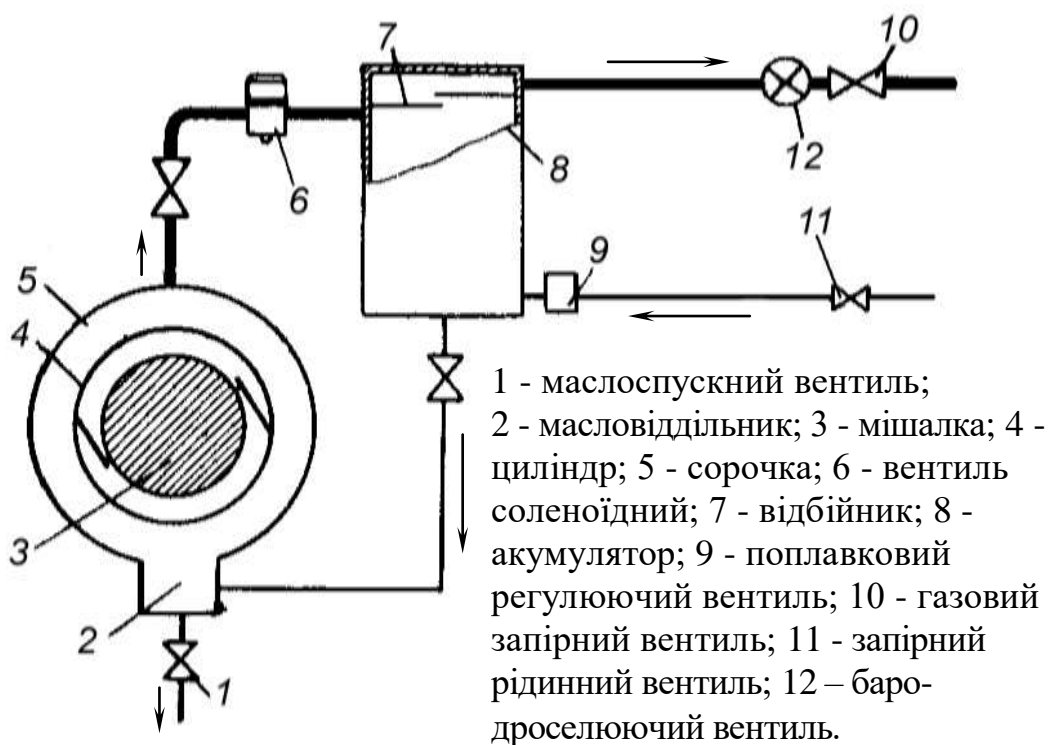


Рисунок 5 – Холодильна схема фризера із затопленою системою безпосереднього охолодження.

Рідкий холодильний агент при тиску конденсації надходить через запірний вентиль 11 і поплавковий регулюючий вентиль (ПРВ) 9 в акумулятор 5. ПРВ виконує подвійну функцію: знижує тиск холодильного агента до тиску випару і підтримує постійний рівень в акумуляторі (приблизно наполовину його висоти).

Рідина низького тиску з акумулятора зливається самопливом у сорочку 5, проходячи через масловіддільник 2. Цим досягається звільнення холодильного агента від мастила і запобігання осадження масла на теплопередаючій поверхні. Крім того, оскільки масловіддільник розташований нижче сорочки, свіжа рідина надходить під рівень, чим забезпечується спокійне заповнення сорочки без розбризкування.

У сорочці холодильний агент випаровується і вологі пари, що утворюються, попадають у верхню частину акумулятора, яка виконує функцію віддільника рідини. Під впливом відбійників 7 крапельки рідини осідають в акумуляторі і знову включаються у робочий цикл, а осушені пари йдуть у всмоктувальну лінію, пройшовши на своєму шляху через фільтр і ряд вентилів. Таким чином, у фризерах із затопленою системою сорочка завжди перебуває залитою і живлення її здійснюється самопливом з розташованого вище акумулятора.

Схема фризера безпосереднього охолодження із циркуляційною системою показана на рисунку 6.

У фризерах цього типу акумулятор розташований нижче сорочки. Подача холодильного агента здійснюється примусовим шляхом, у більшості випадків за допомогою інжектора. У рідинній лінії 12 перед ПРВ 11, за допомогою якого здійснюється дроселювання холодильного агента і заповнення акумулятора 2, передбачене відгалуження.

Частина рідини високого тиску підводиться по цьому відгалуженню до редукційного вентиля 13, дроселюється до надлишкового тиску в межах 0,2...0,25 МПа (тобто вище за тиск в акумуляторі), а потім надходить в інжектор 1, розташований у нижній частині акумулятора.

При виході із сопла інжектора рідина попадає в акумулятор і її тиск знижується до тиску випару. Спрямовуючись із великою швидкістю нагору по трубі 3, інжекторна рідина захоплює за собою рідину з акумулятора й подає її у сорочку фризера, що складається із двох концентричних порожнин 7 і 8.

Потрапивши у внутрішню порожнину 7, рідкий холодильний агент обмиває стінку циліндра і випаровується за рахунок тепла суміші. Пари холодильного агента й надлишок рідини стікають через переливні вікна 6 у зовнішню порожнину сорочки, а потім по зливальній трубі 4 - в акумулятор.

Рідина осідає в акумуляторі, а пари по трубопроводу 10 попадають в усмоктувальну лінію.

Примусова циркуляція холодильного агента підвищує інтенсивність теплопередачі, однак при інжекторній подачі частина холодильного агента, що надходить на інжектор, виявляється поза контролем вентиля ПРВ, і при неправильному регулюванні з'являється деяка небезпека переповнення акумулятора і попадання рідини в газову лінію („затоки“ газової лінії).

Зазначений недолік усувається у фризерах, у яких інжектор замінений циркуляційним насосом; у той же час переваги циркуляційної системи в таких фризерах зберігаються. Застосування насоса значно підвищує інтенсивність процесу і продуктивність фризера.

З наведених описів схем фризерів обох типів видно, що ФНД має ряд переваг. Це значно вищий коефіцієнт використання експлуатаційного часу, можливість об'єднання фризера в єдиний комплекс з дозувальними та фасувальними машинами, можливість оперативного і дієвого впливу на процес і регулювання ступеню збитості, більша інтенсивність процесу заморожування, що веде до значного покращення структури морозива, можливість широкої автоматизації.

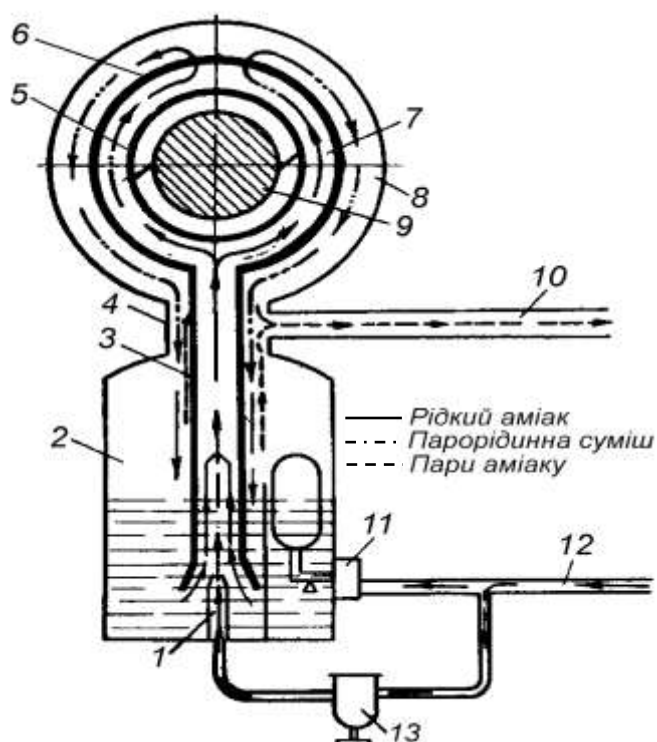


Рисунок 6 – Холодильна схема фризера з циркуляційною системою безпосереднього охолодження:

1 - інжектор; 2 - акумулятор; 3 - внутрішня труба; 4 - зливна труба; 5 - циліндр; 6 - переливне вікно; 7 - внутрішня порожнина сорочки; 8 - зовнішня порожнина сорочки; 9 - мішалка; 10 - газовий трубопровід; 11 - ПРВ; 12 - рідинна лінія; 13 - редукційний вентиль.

### 3.3 Фризери періодичної дії

**Фризер ОФА** (рисунок 7) складається із циліндрового блоку з робочим циліндром, сорочкою і мішалкою, системи охолодження та механізму привода, змонтованих на загальній станині.

Циліндр 5 закритий з торців кришками: задньою 31 – стаціонарною і передньою 8 – відкидною. У верхній частині передньої кришки є завантажувальна воронка 9, у нижній – вікно із засувкою 6 для вивантаження морозива з циліндра.

Над циліндровим блоком розташована мірна ванна 13, з якої суміш зливається у циліндр через кран 12 і воронку 9. У мірній ванні передбачений поплавковий пристрій 14, який перекриває клапан у патрубку і тим самим припиняє надходження суміші у ванну при заповненні її на 40...60% повній ємності циліндра. Інша незаповнена ємність залишається з розрахунку на збільшення об'єму суміші при збиванні. Відкривається клапан вручну за

допомогою рукоятки 22. У передню стінку ванни вмонтоване оглядове скло. Зверху ванна закривається кришкою.

Мішалка складається з ножової рами 10 і збивача 7, які обертаються у протилежних напрямках. На ножовій рамі, крім укріплених шарнірно двох ножів, є також розвантажувальні пластини 4.

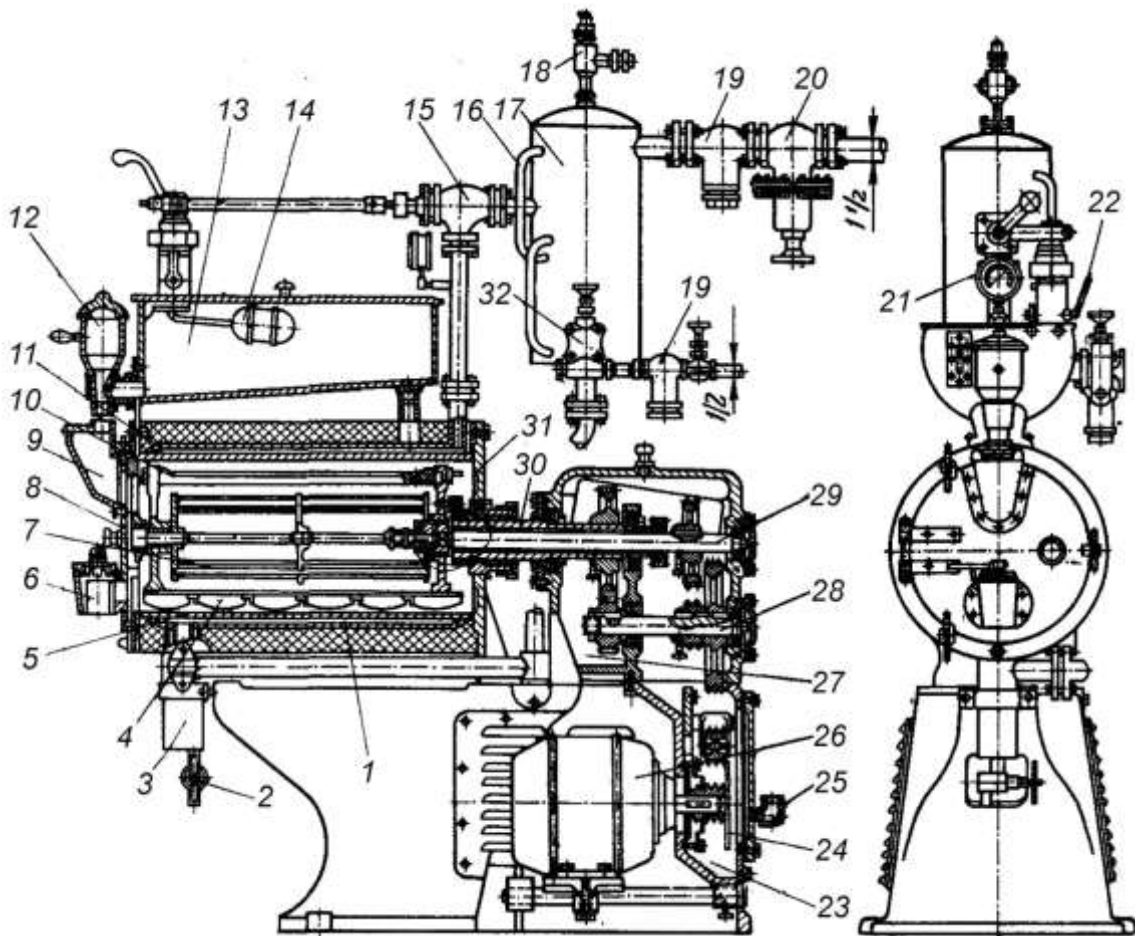


Рисунок 7 – Фризер періодичної дії ОФА:

1 - аміачна сорочка; 2 – вентиль спуску мастила; 3 - мастилосбірник; 4- розвантажувальна пластина; 5 - циліндр; 6 - розвантажувальна засувка; 7 - збивач; 8 - передня кришка; 9 - завантажувальна воронка; 10 - рама ножова; 11 - корпус сорочки; 12 - завантажувальний кран; 13 - мірна ванна; 14 - поплавець; 15 - аміачний кран; 16 - покажчик рівня рідкого аміаку; 17 - акумулятор; 18 - запобіжний клапан; 19 - аміачний фільтр; 20 - бародроселюючий вентиль; 21 - аміачний мановакуумвиміррювач; 22 - рукоятка крана суміші; 23 - нижня масляна ванна; 24 - розбризкувач; 25 - покажчик рівня мастила; 26 - електродвигун; 27 - верхня масляна ванна; 28 - проміжний вал; 29 - вал привода збивача; 30 - порожнинний вал; 31 - задня кришка; 32 - поплавковий регулюючий вентиль.

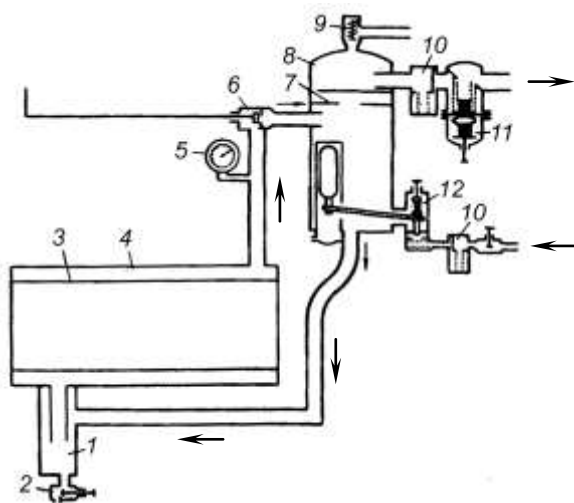
Збивач виконаний у вигляді ґрат. На валу закріплені три поперечні пластини, через які пропущені десять паралельних валу стержнів.

Для змащування приводного механізму в задньому картері циліндра розташовані дві ванни: нижня 23 з розбризкувачем 24, посадженим на вал електродвигуна, і верхня 27, у якій розбризування мастила здійснюється шестірнею привода порожнього вала.

Нижню ванну заповнюють мастилом через показчик рівня 25, верхню – безпосередньо, знявши кришку.

Холодильна схема фризера ОФА – затоплена (див. рисунок 5).

Рідкий аміак (рисунок 8) через фільтр 10 і поплавковий клапан 12 попадає в акумулятор віддільник рідини 8, потім стікає у збірник 1, де мастило осідає, і звільнений від мастила аміак заповнює сорочку 4. Для спускання мастила в нижній частині збірника передбачений клапан 2. Вологі пари надходять в акумулятор, де крапельки рідини затримуються відбійниками 7, а осушені пари йдуть у всмоктувальну лінію.



- 1 - мастилозбірник; 2 - клапан;  
3 - циліндр; 4 - сорочка;  
5 - вакуумметр; 6 - запірний кран; 7 - відбійник; 8 - акумулятор; 9 - запобіжник;  
10 - фільтр; 11 - бародроселюючий клапан; 12 - поплавковий регулюючий клапан.

Рисунок 8 – Холодильна схема фризера ОФА

Кран 6 перекриває вихід парів з сорочки. Для включення заморожування кран 6 відкривають.

Тиск і температура випару аміаку регулюються бародроселюючий клапаном 11, таким же, як у фризери ОФІ.

Для контролю тиску аміаку в системі фризера передбачений манометричний вимірник вакууму 5. Захист аміачної системи фризера від надмірного підвищення тиску, що може відбутися, наприклад, при митті фризера, здійснюється запобіжним клапаном 9, відрегульованим на відкриття при підвищенні тиску понад 0,4 МПа (надлишкових).

**Фризер ОФА-М** (рисунок 9) – удосконалений варіант фризера ОФА.

Станина фризера ОФА-М – зварна, простої конфігурації (в ОФА станина чавунна лита). Змінена конструкція мішалки.

В ОФА-М докорінно перебудована аміачна система, у ній застосована інжекторна циркуляція аміаку і подвійна сорочка. Запірний кран на усмоктувальній лінії замінений триходовим, діючим за тим же принципом, що й у ОФА. Відвід пари відбувається з верхньої частини сорочки. В електричній схемі передбачений звуковий сигнал, який спрацьовує при перевантаженні двигуна.

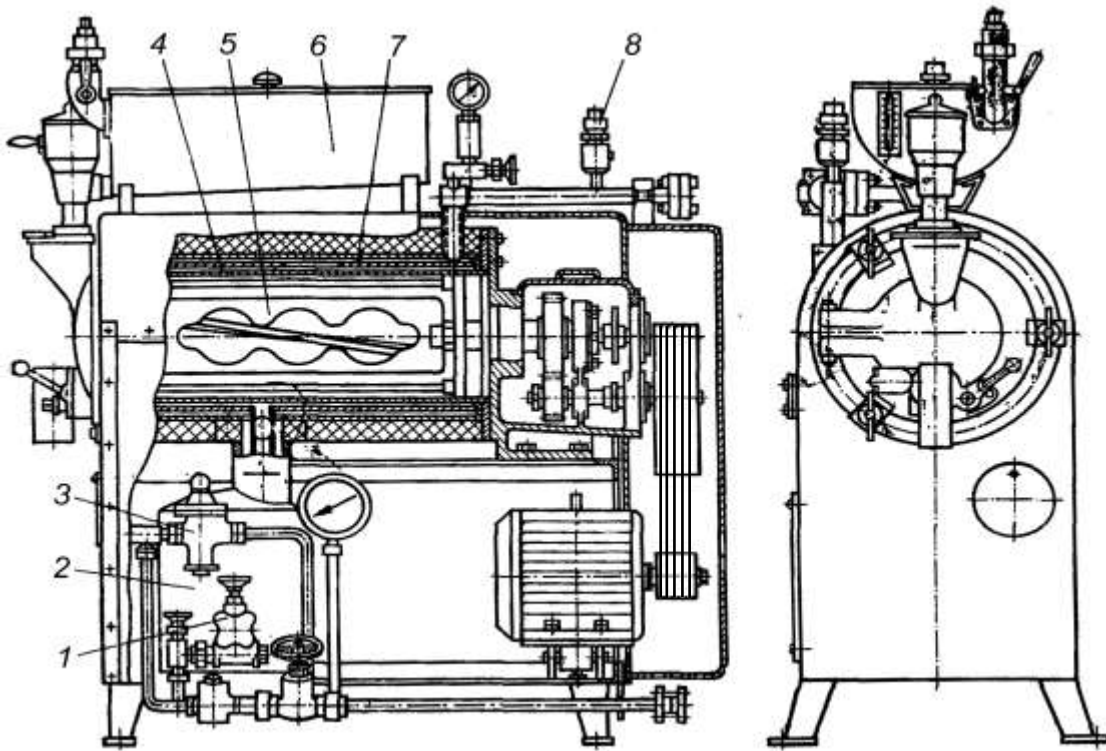


Рисунок 9 – Фризер періодичної дії ОФА-М:

1 - ПРБ; 2 - акумулятор; 3- редукційний вентиль; 4- циліндр; 5 - мішалка; 6 - мірна ванна; 7 - сорочка; 8 - запобіжний клапан.

**Фризер ОФН** (рисунок 10) відноситься до агрегатів з розсільним охолодженням і за конструкцією аналогічний фризеру ОФА, за винятком холодильної частини. Сорочка 2 фризера ОФН виконана з каналом, який утворюється ребром 4, привареним по гвинтовій лінії до зовнішньої поверхні циліндра 3. Холодний розсіл надходить у сорочку по трубопроводу 5, проходить по гвинтовому каналу, отеплюючись при цьому, і вертається у випарник по зворотному трубопроводу 8.

Підвищення швидкості циркуляції розсолу завдяки гвинтовому каналу і створюване ребром 4 збільшення теплопередавальної поверхні поліпшують теплопередачу через стінку циліндра та інтенсифікують процес заморожування.

У подавальному і зворотному трубопроводах влаштовані термометрові гільзи 7 для виміру температури вступника та розсолу, що виходить, а також

запірні засувки 6. Для виміру тиску розсолу в системі встановлений манометр. Звільнення сорочки від розсолу відбувається через вентиль 1.

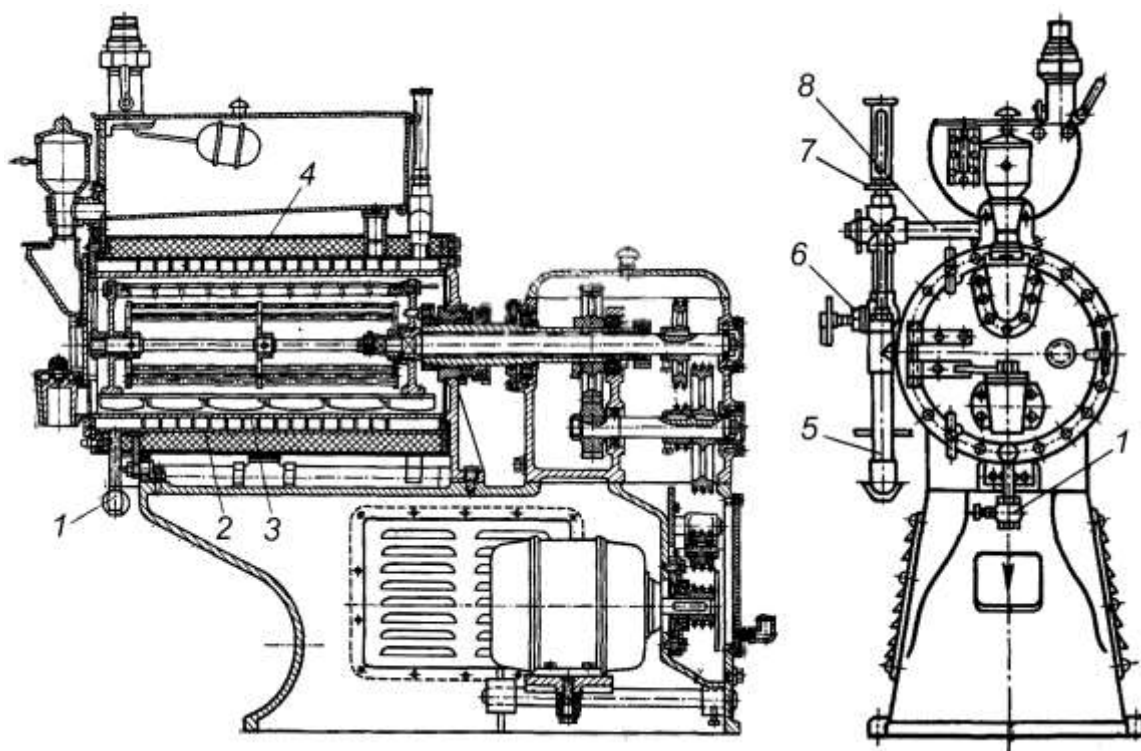


Рисунок 10 – Фризер періодичної дії з розсільним охолодженням ОФН:

1 - вентиль для спуску розсолу; 2 - сорочка; 3 - циліндр; 4 - спіральне ребро; 5 - подавальний трубопровід; 6- запірна засувка; 7 - термометрова гільза; 8 - зворотний трубопровід.

Удосконалений варіант фризера ОФН називають ОФН-М, у ньому змінені конструкція станини, мішалки, передачі і т.п., аналогічно фризеру ОФА-М.

Широке застосування одержали фризери невеликої продуктивності, які встановлюються на торговельних точках у безпосередній близькості до споживача.

На рисунку 11 наведена схема циліндра подібного фризера з приймальним бункером і впускним клапаном.

Привод мішалки складається з електродвигуна 8, клинопасової передачі 7, підшипникового вузла 6 і шнека (мішалки) 9. Між лопатами мішалки і внутрішньою стінкою циліндра є невеликий зазор. Вал мішалки з боку привода ущільнений знімною гумовою гофрованою манжетою. У прийомний бункер 2, захищений теплоізоляцією 5, заливають рідку суміш морозива температурою 12...18 °С до нижньої кромки кришки впускного клапана 3. Необхідна кількість суміші надходить через впускний клапан у циліндр 12.

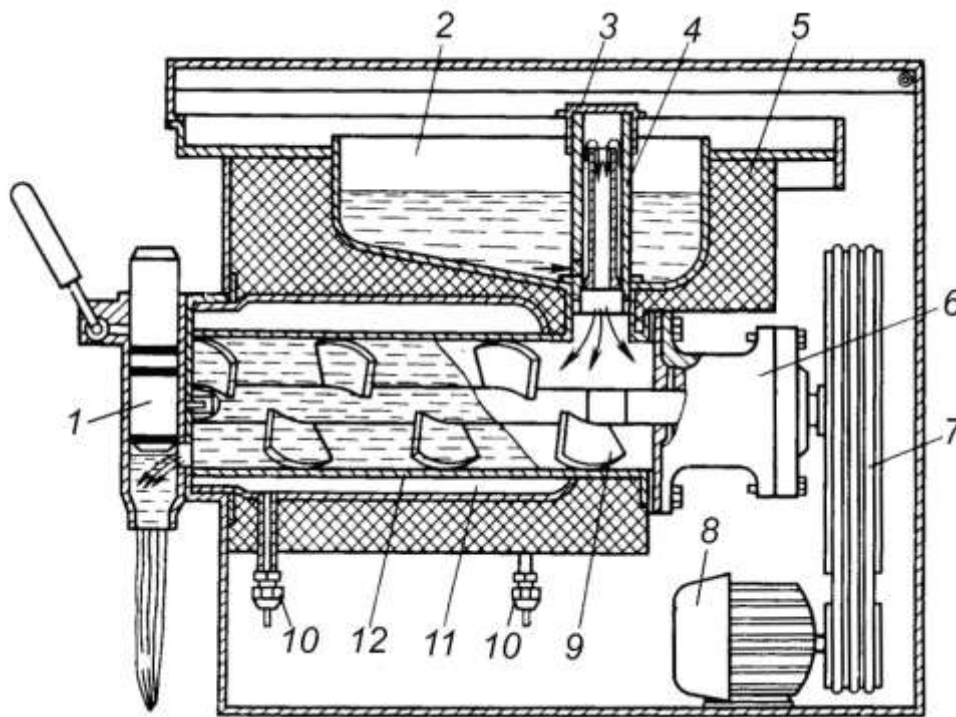


Рисунок 11 – Циліндр фризера з приймальним бункером і впускним клапаном.

1 - випускний пристрій; 2 - приймальний бункер; 3 - впускний клапан; 4 - корпус клапана; 5 - теплоізоляція; 6- підшипниковий вузол; 7- клинопасова передача; 8 - електродвигун; 9 - мішалка; 10 - штуцер; 11 - випарник; 12 - циліндр.

Холодоагент R22 надходить по штуцеру 10 і кипить у випарнику 11, утвореному циліндром 12 та зовнішньою обичайкою. Після вмикання фризера температура кипіння R22 поступово знижується і через 8...9 хвилин досягає  $-23...-26$  °С. При цьому рідка суміш охолоджується на стінках циліндра до  $-5$  °С і замерзає.

Під час процесу охолодження мішалка збиває суміш, насичуючи її повітря, а потім знімає замерзле морозиво зі стінок циліндра та переміщає його в бік випускного пристрою 1. Тривалість готування морозива складає 10...15 хв.

**Фризер Б6-ОФМ** (рисунок 12) призначений для виробництва м'якого морозива з рідкої суміші.

У корпусі фризера розміщені дві автономні системи готування морозива, кожна з яких складається з ємності 3 для попередньо підготовленої рідкої суміші. Суміш заливають у ємність, звідки вона через клапан 4 разом з повітрям надходить у циліндр 2.

У сорочці циліндра, яка є випарником, кипить холодоагент R502. Суміш у циліндрі охолоджується і постійно переміщується мішалкою 11, обертання



якої забезпечується від індивідуального електродвигуна 6 через клинопасову передачу 5.

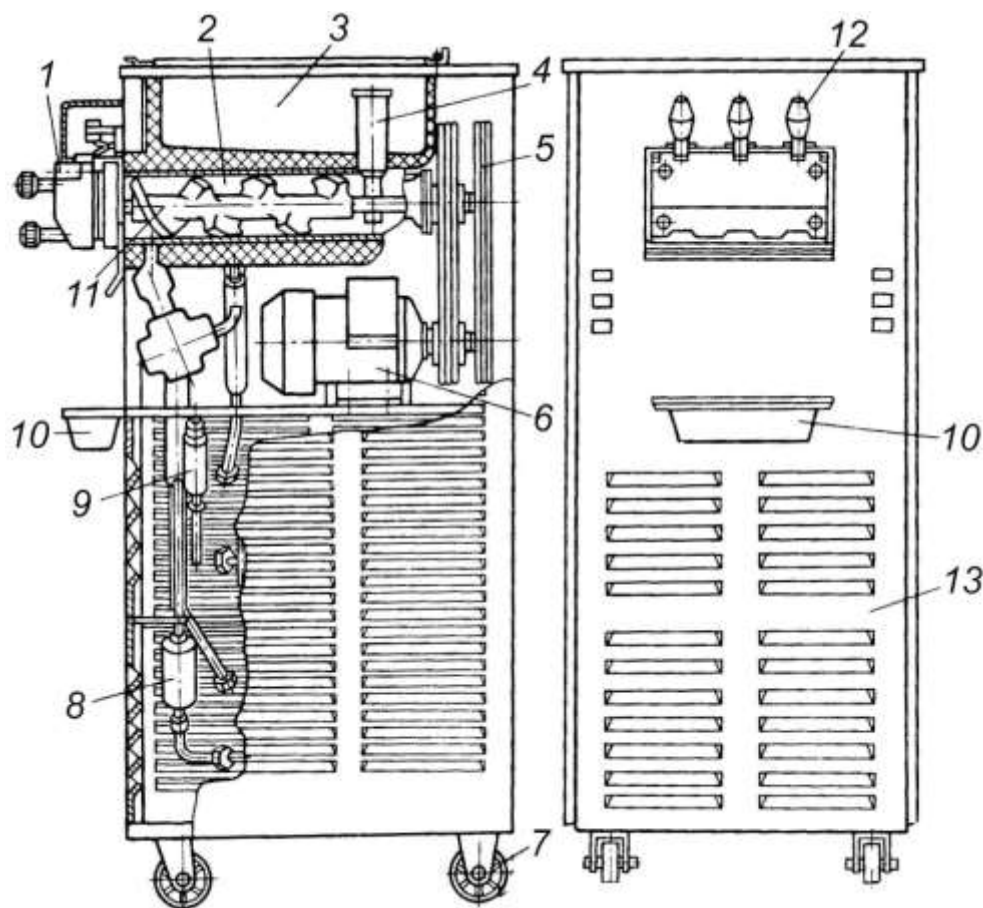


Рисунок 12 – Фризер для м'якого морозива Б6-ОФМ

Кожний циліндр обслуговується низькотемпературним герметичним агрегатом з фільтрами-осушувачами 8 і 9, розміщеними в нижній частині фризера. Корпус фризера закритий огороженням 13, на якому розміщені рукоятка 12 і полиця 10. Корпус фризера опирається на чотири колеса 7.

При охолодженні суміші в циліндрі до мінус 5 °С реле температури вмикає холодильний агрегат і вмикає сигнальну лампу. За допомогою рукоятки 12 відкривають випускний пристрій 1 і обертанням мішалки морозиво виштовхується з циліндра.

На рисунку 13 показані фото загального вигляду деяких сучасних фризерів, призначених для виробництва м'якого морозива.



Рисунок 13 – Фото фризерів для виробництва м'якого морозива

#### 4 Оснащення робочого місця лабораторної роботи

Для проведення експериментальних досліджень застосовується фризер марки ФМ-1. Він (рисунок 14) складається з корпусу, бака з дозатором, робочого циліндра, мішалки, холодильного агрегату і трубопроводу. Корпус виконаний з зварної рами і знімних панелей, зверху – відкидна кришка.

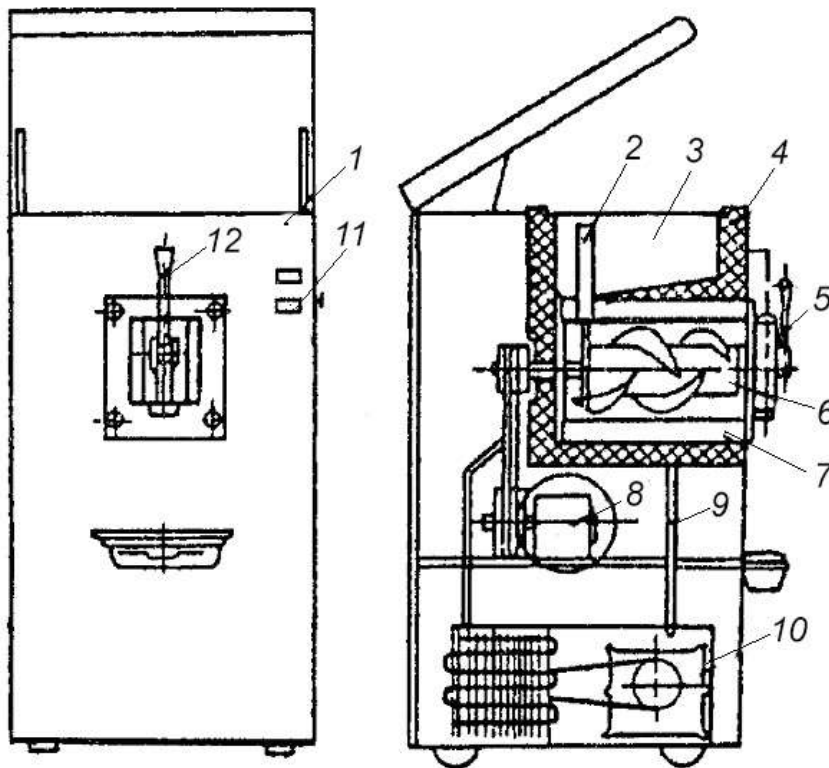


Рисунок 14 – Схема фризера ФМ-1:

1 - корпус; 2 - дозатор; 3 - бак; 4 - теплоізоляція; 5 - пристрій відбору; 6 - мішалка; 7 - робочий циліндр; 8 - привод мішалки; 9 - трубопровід; 10 - холодильний агрегат; 11 - терморегулятор; 12 - рукоятка.

Робочий циліндр і бак мають теплоізоляцію. Привод мішалки складається з електродвигуна, редуктора і клинопасової передачі. Вивантаження готового продукту – через пристрій відбору 5.

Холодильний агрегат, що включає в себе електродвигун, компресор і теплообмінник, з'єднаний системою трубопроводів з випарником, розташованим між стінками робочого циліндра.

Для збирання крапель морозива передбачена знімна ванночка, що виконує одночасно функцію столика-наповнювача стаканчиків.

У робочому режимі фризер працює у такий спосіб. Вихідна суміш, попередньо приготовлена і проціджена, заливається у бак, звідки через дозатор перетікає у робочий циліндр. Через той же дозатор у циліндр надходить і повітря. Дозатор служить для регулювання подачі вихідної суміші в робочий циліндр у залежності від сорту морозива.

У процесі роботи холодильного агрегату охолоджена суміш знімається лопатями мішалки з внутрішньої стінки робочого циліндра, інтенсивно переміщується з повітрям і збивається. При цьому об'єм суміші збільшується приблизно в два рази.



Рисунок 15 – Фото фризера ФМ-1

При досягненні заданої температури – 5...– 6 °С (встановлюється терморегулятором), холодильна система і мішалка вимикаються.

Поршень вивантажувального пристрою переміщається рукояткою вгору і відкриває випускний отвір.

Одночасно за допомогою штанги замикається мікроперемикач, який через реле часу вмикає двигун мішалки. У результаті обертання останньої, порція морозива подається у стаканчик.

По мірі подачі готового продукту в робочий циліндр надходить нова порція вихідної суміші і робочий цикл повторюється.

При цьому приготування і відбір морозива можуть йти одночасно. При перекладі рукоятки у верхнє положення поршень рухається униз,

перекриваючи випускний отвір, але завдяки реле часу двигун мішалки продовжує працювати ще якийсь час (5...18 с).

Якщо протягом цього часу повторного відбору готового продукту не відбувається, то двигун мішалки вимикається. Використання реле часу забезпечує оптимальний режим роботи електродвигуна мішалки; при безперервному заборі морозива він може вимикатися.

Час охолодження суміші забезпечує оптимальну збитість морозива. Якщо вона недостатня, морозиво виходить надто щільним, водянистим, грубої структури. При збільшеній збитості морозиво має пластівчасту будову. І в тому, і в іншому випадках смакові якості морозива нижчі за норму.

Вважається, що для більшості сортів морозива його збитості повинна складати 75...95% і при цьому обмежуватися триразовим вмістом сухих речовин у суміші.

Ємність робочого циліндра фризера 12 л. Застосовується холодоагент хладон-12. Продуктивність фризера ФМ-1 21 кг/год. при потужності двигунів мішалки і холодильного агрегату 3 кВт. Тривалість збивання суміші не перевищує 10 хв.

Окрім фризера ФМ-1 робоче місце лабораторної роботи оснащено морозильною камерою, мультиметром DT 9208 А, вагами лабораторними, мірними ємностями для молока і компонентів суміші за рецептурою морозива, що виготовляється, секундоміром, термометром, рукавичками гумовими.

## **5 Порядок виконання лабораторної роботи**

Перед виконанням експериментальної частини лабораторної роботи студенти узгоджує програму проведення дослідів з викладачем і ознайомлюються з правилами техніки безпеки при роботі на холодильному обладнанні.

5.1 Підготувати суміш для виготовлення морозива, користуючись існуючою рецептурою.

5.2 Увімкнути фризер і виміряти значення струму  $I_{xx}$  приладом DT 9208 А на холостому ході машини.

5.3 Завантажити у фризер порцію готової суміші, охолодженої у морозильній камері до температури 6...10 °С, секундоміром фіксуючи час початку роботи фризера.

5.4 Заміряти показання сили струму  $I_p$  приладом DT 9208 А в робочому режимі фризера.

5.5 Через необхідний для отримання готового морозива час (в

залежності від рецептурного складу суміші для виготовлення морозива) вивантажити морозиво через кран фризера, перевіряючи консистенцію отриманого продукту та його готовність. Зафіксувати час закінчення фризеравання.

5.6 По закінченню роботи вимкнути фризера, провести його часткове розбирання, чищення та миття.

5.7 Зважити вироблене морозиво та визначити фактичну продуктивність фризера за формулою

$$Q_{\phi} = m/\tau \quad (1)$$

де  $m$  - маса отриманого в ході роботи морозива, кг;  $\tau$  - загальний час виготовлення морозива, год.

5.8 Розрахувати теоретичну продуктивність фризера  $Q_m$  за наступною формулою:

$$Q_m = \frac{3,6z_n \cdot \delta \cdot n \cdot k_c}{1000} \cdot S \cdot \frac{\rho_{cm} + \rho_m}{2}, \quad (2)$$

де  $z_n$  - число ножів;  $\delta$  - товщина шару, що зрізується, мкм;  $n$  - частота обертання ножів,  $s^{-1}$ ;  $k_c$  - коефіцієнт, що враховує нерівномірність зрізання намороженого шару ( $k_c = 0,7 \dots 0,8$ );  $S$  - площа поверхні охолодження циліндра,  $m^2$ ;  $\rho_{cm}$ ,  $\rho_m$  щільність, відповідно суміші і морозива,  $kg/m^3$   $\rho_{cm} = 1100 kg/m^3$ .

Щільність морозива залежить від ступеня його збитості і може бути орієнтовно визначена із залежності

$$\rho_m = \frac{\rho_{cm}}{1 + 0,01A}, \quad (3)$$

де  $A$  - ступінь збитості морозива, %.

Визначають збитість за формулою:

$$A = \frac{M - C}{C} \cdot 100, \quad (4)$$

де  $A$  - ступінь збитості, %;  $M$  – об'єм морозива, отриманого з даного об'єму суміші, л;  $C$ - об'єм суміші до її фризеравання, л;

5.9 Визначити експериментальне значення потужності

$$P_e = U(I_p - I_{xx}) \cos \varphi \quad (5)$$

де  $U$  - напруга в мережі,  $U=220$  В;  $\varphi$  - кут зсуву фаз, можна прийняти  $\cos \varphi = 0,85$ .

5.10 Визначити теоретичну потужність можна, враховуючи витрати холоду та продуктивність фризера:

$$P = \frac{X \cdot k_x - Q[C_{cm}(t_{cm} - t_{кр}) + C_m(t_{кр} - t_m) + 3,36m_e]}{3,6\eta}, \quad (6)$$

де  $C_{cm}$  і  $C_m$  теплоємність суміші морозива і готового морозива кДж/(кг С); (для орієнтовних розрахунків їх можна прийняти відповідно 2,93 і 1,63 кДж/(кг °С);  $t_{cm}$  - температура суміші, яка поступає у фризера °С;  $t_m$  - температура морозива, °С;  $m_e$  - маса води в 1 кг морозива, кг;  $k_x$  - коефіцієнт, що враховує втрати холоду,  $k_x = 0,85...0,90$ ;  $t_{кр}$  - температура утворення кристалів льоду,  $t_{кр} = 0$  °С;  $\eta$  - механічний К.К.Д. фризера  $\eta = 0,7...0,8$ .

5.11 Результати визначення продуктивності занести в таблицю 1.

Таблиця 1 Результати визначення параметрів фризера

Значення параметрів				Відхилення,			
експериментальні				розрахункові		%	
$I_{xx}$ , А	$I_p$ , А	$P_e$ , кВт	$Q_m$ , кг/с	$P_m$ , кВт	$Q_m$ , кг/год	$\Delta P$	$\Delta Q$

5.12 Проаналізувати отримані результати та зробити висновки по роботі.

## 6 Вимоги безпеки

Під час проведення роботи дотримуватись правил загальної інструкції з охорони праці, наведених у розділі „Загальні вимоги безпеки“. Під час приготування морозива усі огороження холодильної і механічної частини фризера повинні бути закритими.

## 7 Контрольні питання

- 1 Класифікація обладнання для виробництва морозива.
- 2 Основні технологічні схеми фризерів для морозива.
- 3 Основні холодильні схеми фризерів.
- 4 Фризер періодичної дії, будова та принцип дії.
- 5 Фризер безперервної дії, будова та принцип дії.
- 6 Фризер ФМ-1, його будова, конструктивні особливості.
- 7 Розрахунки технологічних і енергетичних параметрів фризерів.

## 8 Тестові завдання

1) Температура готування твердого морозива у порівнянні з температурою готування м'якого морозива повинна бути...

1. ...вищою;
2. ...нижчою;
3. ...рівною

2) У якому співвідношенні до об'єму робочого циліндру фризера періодичної дії повинен бути об'єм суміші для приготування морозива, який заливається у циліндр?

1. 100 %;
2. 90...95 %;
3. 40...50 %.

3) За рахунок чого об'єм морозива збільшується відносно об'єму суміші для його приготування?

1. насичення вуглекислотою;
2. насичення повітрям;
3. додаванням розрихлювачів.

4) Який холодильний агент застосовується у фризери ФМ-1?

1. аміак;
2. хладон;
3. розсіл.

5) Який, у середньому, час потрібен на виготовлення морозива в фризери ФМ-1?

1. 1 година;
2. 30...40 хв.;
3. 10...15 хв.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Оленев Ю.А. Справочник по производству мороженого. / Ю.А.Оленев и др. - М.: ДеЛи принт. 2004. - 798 с.

2. Справочник по производству мороженого / Г.М.Азов, А.Г. Бурмакин, И.Б. Гисин, Г.М. Дезент. -М.: Пищевая промышленность. 1970. - 432 с.

3. Николаев Б.Л. Процессы фризирования смесей мороженого, расчеты и устройство фризеров: Учеб. метод. пособие / Б.Л. Николаев, Л.К. Николаев. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБЕ, 2013. - 65 с.