

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



Кафедра ОПХВ ім. проф. Ф.Ю. Ялпачика

**АПАРАТИ ДЛЯ ПЛАВЛЕННЯ СИРНОЇ МАСИ**

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

**Апарати для плавлення сирної маси.** Методичні вказівки для студентів, які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування», здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» – Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2020 - 21 с

Розробники: к.т.н., доцент Паляничка Н.О.  
к.т.н., доцент 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 АПАРАТИ ДЛЯ ПЛАВЛЕННЯ СИРНОЇ МАСИ

**Мета роботи:** отримання, розширення і поглиблення знань по призначенню, принципам дії, будові, роботі та розрахунках апаратів для плавлення сирної маси, які застосовують при виробництві плавленого сиру.

Час виконання роботи 2 години.

### 1 Порядок виконання роботи

- провести моніторинг літературних джерел за темою роботи;
- розглянути принцип дії та будову натурних зразків, лабораторної установки, що представляють обладнання для плавлення сирної маси при виробництві плавленого сиру;
  - провести налагодження, регулювання і підготовку до роботи лабораторної установки для плавлення сирної маси;
  - виконати експериментальні дослідження процесу плавлення сирної маси, використовуючи лабораторну установку;
  - виконати розрахунок плавителя сиру періодичної дії;
  - 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) технологію виробництва плавлених сирів;
  - 2) призначення, принцип дії і будову основних марок обладнання для плавлення сирної маси при виробництві плавлених видів сирів;
- **знати:** сутність механізму плавлення сирної маси;
- **вміти:** проводити підготовку до роботи натурних зразків обладнання, лабораторну установку, користуватися приладами, проводити визначення основних параметрів плавителя сиру періодичної дії згідно з варіантом завдання, проводити аналіз результатів експерименту.

## 3. Теоретичні відомості

### 3.1 Асортимент плавлених сирів

Постійно зростаючі обсяги виробництва плавлених сирів обумовлені високою енергетичною цінністю їх, стійкістю при зберіганні і транспортуванні. Найбагатші білками і жиром плавлені сири виробляються переважно з натуральних зрілих сичужних сирів (видові і консервні плавлені

сири). У них міститься 20...23% білка, 22...27% жиру, енергетична цінність сирів становить близько 300...320 ккал на 100 г.

Плавлені сири, що виробляються на основі нежирного сиру (міський, ковбасні копчені сири, тощо) містять 23...24% білка, 13...19% жиру і близько 2% лактози, енергетична цінність сирів цієї групи складає 220...270 ккал на 100 г.

Плавлені сири містять усі необхідні для організму людини мікроелементи: цинк, мідь, марганець, йод, кобальт. Цінним джерелом збагачення плавлених сирів мікроелементами є молочна сироватка, яка використовується у свіжому, згущеному і сухому вигляді. У свіжій сироватці в середньому міститься заліза 674 мкг/кг, цинку 3108, міді та кобальту 7,6 та 0085 мкг/кг.

З вітамінів у плавлених сирах найбільшою мірою представлені вітаміни В<sub>2</sub> і А. У 100 г плавлених сирів типу радянського, російського кількість цих вітамінів становить 15...20 % від добової потреби дорослої людини. Плавлені сири можна збагачувати вітамінами шляхом уведення у розплавлену сирну масу синтетичних вітамінів і наповнювачів: вітамінізованих жирів, фруктів, овочів, соків та ін.

Плавлені сири залежно від форми упаковки, консистенції, смакових особливостей, способу обробки та призначення поділяють на шість груп:

- до першої групи – сири плавлені ломтеві – відносяться Радянський, Російський, Чеддер, Голландський, Костромський, Латвійський, Міський, гострий з перцем, зі спеціями, особливий, столовий, Осінь, Балтійський, Балтійський з тмином, до пива, Нептун з копченими м'ясопродуктами, з томатним соусом, Особливий з перцем, з томатом, з гірчицею, з аджикою, з тмином;

- до другої групи – сири плавлені ковбасні – відносяться Ковбасний копчений, Ковбасний копчений з перцем, Ковбасний мисливський, Ковбасний мисливський зі спеціями, Туристський, Туристський з перцем, з тмином;

- до третьої групи – сири плавлені пастоподібні – відносяться Углицький вершковий, Невський вершковий, Янтар, Корал, Дружба, Хвиля, Літо, Рокфор, кисломолочний, з цибулею, з петрушкою, Цибулька, Перчинка, Пінгвін, Чиполіно, Паштетний, Кавказький;

- до четвертої групи – сири плавлені солодкі – відносяться Шоколадний, Кавовий, Фруктовий, Медовий, М'ятний, Казка, З горіхами, Світлячок, Ласунчик, Попелюшка, Цитрусовий;

- до п'ятої групи – сири плавлені консервні – відносяться Стерилізований, Пастеризований, Пастеризований з шинкою, у порошку;

- до шостої групи – сири плавлені до обіду – відносять сири з грибами для супу, для овочевих страв, для макаронних страв, з білими грибами.



Рисунок 1 – Деякі торгові марки плавлених сирів

### 3.2 Технологічний процес виробництва плавленого сиру

Плавлений сир представляє собою продукт, який виробляється з різних сирів, масла та інших молочних продуктів зі спеціями або без них шляхом теплової обробки з додаванням спеціальних солей - плавителів.

Технологічний процес включає наступні операції:

1) Підбір сировини; 2) Попередня підготовка; 3) Подрібнення сировини; 4) Складання суміші; 5) Плавлення; 6) Фасування і упакування; 7) Охолодження; 8) Зберігання.

*Підбір сировини* здійснюється у залежності від виду готового продукту, користуючись маркою вихідної сировини. Кращі результати отримують при переробці сирів середнього ступеня зрілості з показником рН від 5,3 до 5,7. При відсутності сировини необхідної зрілості підбирають молоді і перестиглі сири з таким розрахунком, щоб суміш їх за ступенем зрілості відповідала вищевказаним показникам. Підбір сировини за ступенем зрілості можна проводити на підставі органолептичних показників і дати виробництва сирів.

*Попередня обробка.* Сири за допомогою ножів очищають від парафіну, кірки, сир від плісняви і слизу, масло від штафа (поверхневої вади) і нарізають на невеликі шматки (50...70 мм) для подрібнення та складають у лотки для

інгредієнтів. Рідкі наповнювачі, якщо такі необхідні за рецептурою, фільтрують, спеції дезінфікують, обробляючи окропом.

*Подрібнення сировини.* Подрібнення інгредієнтів проводиться до досягнення шматочками сиру розміру 3...8 мм, цей процес можна здійснювати на м'ясорубці або вовчку. Кожен вид сировини подрібнюють роздільно і завантажують в окремі лоточки.

*Складання суміші.* Для складання суміші користуються формулами матеріального балансу з розрахунком отримання готової продукції необхідної жирності і вологості. Спочатку визначають зразкове співвідношення компонентів суміші сичужних жирних сирів, нежирного сиру та ін., потім за даними хімічного аналізу сировини розраховують кількість сухих речовин та вміст жиру у кожному виді сировини, визначаючи в підсумку, яку кількість жиру і сухих речовин необхідно відняти або додати.

*Підбір солей плавителів.* Смак і консистенція плавленого сиру, стійкість його при зберіганні залежать від якості сировини, а також від фізико-хімічних властивостей і якості застосовуваних солей - плавителів. Загальна кількість солей, що уводяться при плавленні, не повинна перевищувати 3%, фосфорнокислих солей - 2%. Солі - плавителі застосовують у вигляді водних розчинів.

*Плавлення підготовленої сирної маси* здійснюють у плавителі сиру. Порядок закладки сировини залежить від виду плавленого сиру. Так, для сирів 45...60 % жирності можна рекомендувати наступний порядок закладки компонентів: у плавитель вносять усі компоненти суміші крім вершкового масла, масу підігрівають до 65...70 °С. Після цього вносять масло і плавлять до готовності.

Для сирів 30...40 % жирності, щоб уникнути пригару на дно плавителя поміщають частину масла, потім жирні сичужні сири, нежирний сир і сухе молоко. В останню чергу в плавитель вносять солі -плавителі, воду, масу підплавляють і вносять решту масла.

Сирну суміш плавлять при температурі 75...90 °С з витримкою при даній температурі 15...20 хв., що сприяє отриманню однорідної сирної маси без включення нерозплавлених частинок сиру. Закінчення процесу плавлення визначають за станом маси, яка стає однорідною і досить текучою, а також не має нерозплавлених частинок сиру. Погане набрякання маси є ознакою нестачі солей - плавителів або неправильного режиму плавлення.

Для збереження плавлених сирів від пліснявіння доцільно використовувати сорбінову кислоту, яка є фунгіцидною речовиною. Сорбінову кислоту вносять у кінці плавлення (з розрахунку 0,1% до загальної маси

компонентів), заздалегідь розмішавши її у невеликій кількості води температурою 25...30 °С, яка враховується при розрахунку рецептури.

Для захисту плавлених сирів, особливо пастоподібних, від можливості спучування рекомендується використовувати низин. Низин - антибіотик, що утворюється деякими штамми *Str. lactis*. За хімічним складом низин – поліпептид.

У плавлений сир препарат низин вносять з розрахунку 1,5 г на 10 кг готового продукту (150 од/г). Розраховану кількість препарату низину вносять у сухому вигляді безпосередньо в суміш перед плавленням або з сухими компонентами (вершками, молоком, сироваткою), попередньо ретельно перемішавши.

*Фасування розплавленої сирної маси.* Розплавлену сирну масу в гарячому стані направляють на фасування. Фасування може здійснюватися у пластикові стаканчики вагою 200...250 грам на автоматі розфасовки.

*Охолодження.* Після фасування плавлені сири відразу піддають охолодженню. Способи охолодження можуть бути різними:

- в середньотемпературних холодильних камерах;
- в спеціальних приміщеннях на стелажах або візках при температурі повітря не вище 10 °С.

Тривалість охолодження 6...12 годин.

*Умови зберігання і транспортування сиру.* Температура охолодження сиру, при якій його можна упакувати в ящики, повинна бути не вища за 15 °С. Упакований сир зберігають на складах, торговельних базах і холодильниках при температурі від 0 до мінус 4 °С і відносній вологості повітря відповідно 85...90% і 80...85%.

Сир, відібраний для переробки (рисунок 1), подають у машину 1 для зняття парафіну або захисної плівки, а потім на стелаж для розморожування сиру 2, після чого зачищають корковий шар і пошкоджені місця, видаляють

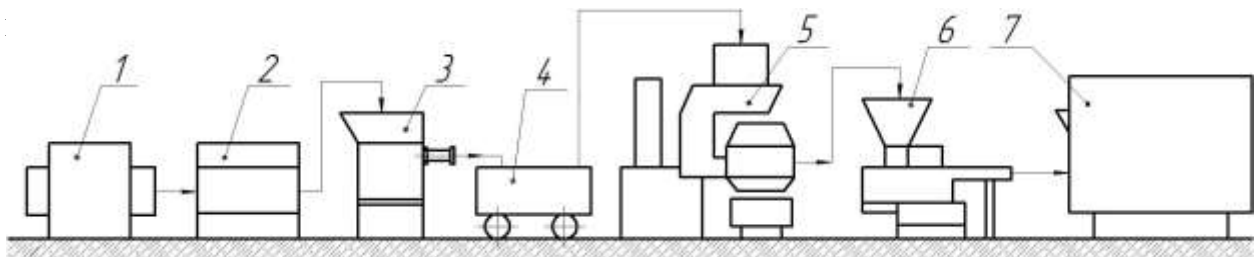


Рисунок 1 – Апаратурна схема виробництва плавленого сиру:

1 - машина для зняття парафіну; 2 - стелаж для розморожування сиру; 3 - вовчок; 4 - пересувна ємність; 5 - плавитель сиру; 6 - фасувальне обладнання; 7- камера охолодження.

Зачищений сир направляють у вовчок 3, звідки подрібнений сир потрапляє до проміжної пересувної ємності 4. Масло і вершки пластичні зачищають з поверхні від штафу, розрізують на шматки і також направляють у проміжну ємність 4, з якої усі компоненти подають в апарат для плавлення 5.

Приготований розчин солі - плавителя теж подають у апарат для плавлення 5. Розплавлену масу на машині 6 фасують у банки, які потім направляють у камеру охолодження 7.

### **3.3 Огляд обладнання для плавлення сиру**

Апарати для плавлення сирної маси поділяють на апарати періодичної та безперервної дії.

Одночасно з плавленням у робочій камері апарата можуть реалізовуватись такі операції як подрібнення, перемішування, охолодження.

За формою робочої камери плавителі поділяються на два типи: котлові і циліндричні.

Котлові плавителі сиру, в свою чергу, поділяють за кількістю котлів на одно- та двокотлові.

У якості теплоносія використовують воду, пару, а також комбіновані види обігріву. Теплоносій подається у теплову сорочку або комбіновано (безпосередньо в продукт і в сорочку).

Робочий орган перемішувача котла може бути лопатевим, якірним, стрічковим, комбінованим з вертикальним і горизонтальним положенням приводного вала.

Плавлення може здійснюватися під вакуумом або без нього.

Апарат Б6-ОПЕ-400 для плавлення сирної маси (рисунок 2) складається з наступних основних частин: станини, двох котлів, кришки котла, мішалок, комунікацій з фільтрами для очищення пари, вакуум-насосної установки та електрообладнання.

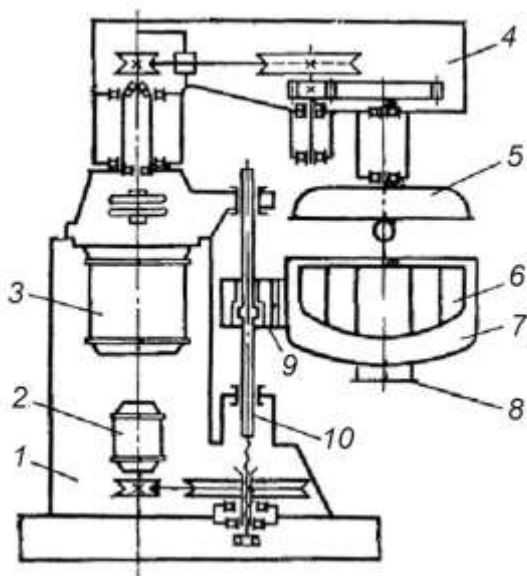
Основою апарата є лита станина, на якій змонтовані усі вузли. Всередині станини розташовані електродвигун з приводом для підйому і опускання котлів і електродвигун з приводом перемішувача.

Котел являє собою циліндричну чашу з еліптичним дном, що має парову сорочку, теплоізоляцію і зовнішній металевий кожух. Пара або гаряча вода підводяться у сорочку через опорні цапфи, розташовані в середній частині котла і слугують одночасно осями, навколо яких котел повертається при вивантаженні. Для вивантаження без перекидання котла в нижній його частині є зливний отвір, що закривається шиберною заслінкою.



Кришка котла еліптичної форми з'єднується з котлом запірним кільцем. Електродвигун 2 через клинопасову передачу і черв'ячну пару забезпечує підйом і опускання котлів. Досягається це зміною напрямку обертання вала електродвигуна.

Для очищення пари, яка подається безпосередньо в сирну масу, на паропроводі встановлені три різних за конструкцією фільтри. У корпусі першого з них встановлена дрібна сітка, другого – сітчастий циліндр, заповнений активованим вугіллям, третього – циклон.



Привод мішалки апарата здійснюється від трьохшвидкісного електродвигуна через пружну втулочно-пальцеву муфту типу МУВП, клинопасову і зубчасту передачі.

На кінці вихідного вала апарата за допомогою різьбового з'єднання укріплений перемішувачий пристрій зварної конструкції зі смуг нержавіючої сталі.

Привод забезпечує три значення частоти обертання мішалки 86, 115 та 173 об/хв.

Рисунок 2 – Апарат Б6-ОПЕ-400 для плавлення сирної маси:

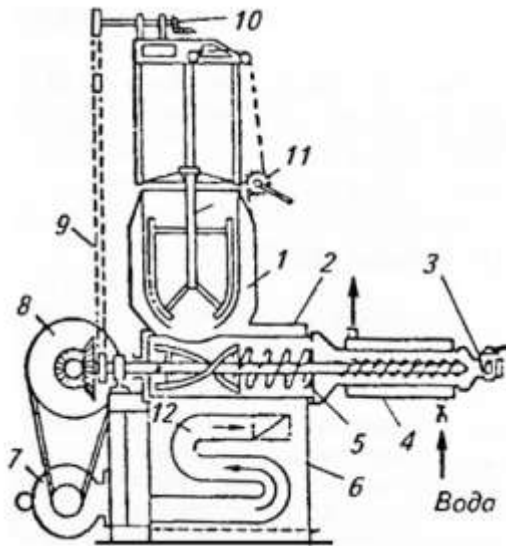
1 - станина, 2, 3 - електродвигуни; 4 - поворотний кронштейн, 5 - кришка котла; 6 - перемішувачий пристрій; 7 - котел; 8 - зливний отвір; 9 - тримач; 10 - порожнистий шток.

Подрібнену сирну масу завантажують у котел, герметично закривають його кришкою, вмикають перемішувач і в теплообмінну сорочку (при необхідності і в котел) подають пару під тиском 300 кПа. Сирна маса нагрівається до 85...90 °С і плавиться при перемішуванні протягом 15...18 хв. Після закінчення процесу з котла виливають розплавлену сирну масу, другий котел заповнюють вихідним продуктом і до нього повертається кришка з мішалкою. Процес плавлення повторюється.

Для видалення гострих запахів плавлення може здійснюватися під вакуумом 53...66 кПа. Управління апаратом і його системами здійснюється комплектом приладів.

Продуктивність двокотлового апарата для плавлення сирної маси складає близько 400 кг/год.

Апарат безперервної дії для плавлення сирної маси (рисунок 3) є більш продуктивним обладнанням у порівнянні з двокотловим апаратом типу Б6-ОПЕ-400.



Він складається з вертикального і горизонтального котлів. Обидва котли мають теплообмінні сорочки, в які подаються гаряча вода або пара.

У вертикальному котлі розміщена мішалка якірного типу, обертання якої передається від електродвигуна 7 через клинопасову передачу 8, редуктор, ланцюгову 9 і конічну 10 зубчасту передачі.

Рисунок 3 – Апарат безперервної дії для плавлення сирної маси:

1 - вертикальний котел; 2 - горизонтальний котел, 3 - триходовий кран; 4 - камера з охолоджуючої сорочкою; 5 - мішалка з шнеком; 6 - станина; 7 - електродвигун; 8 - редуктор; 9 - ланцюгова передача; 10 - конічна зубчаста передача; 11 - підйомний механізм. 12 - нагрівач.

Горизонтальний котел оснащений стрічковою мішалкою, поєднаною з шнеком, яка приводиться у дію від того ж самого електродвигуна через клинопасову передачу, редуктор і конічну зубчасту передачу.

Перетерта сирна маса безперервно надходить в котел, перемішується і за рахунок контакту з його гарячими стінками плавиться. Потім вона потрапляє в інший котел, де процес плавлення триває.

Продукт перемішується мішалкою і за допомогою шнека подається в камеру з охолоджуючої сорочкою. Проходячи через камеру, сирна маса охолоджується і виводиться з апарата через триходовий кран на фасування.

Апарат для плавлення сирної маси з двома ємностями (рисунок 4) складається з кришки, привода мішалки, станини з механізмом підйому чаші 7, фільтрів 1 очистки пари, вакуум-насоса 3 і електрошафи 4.

Ємності, в яких проводиться плавлення сиру, мають еліптичні днища і виготовлені з нержавіючої сталі.

У верхній частині ємності розміщений фланець для з'єднання з кришкою за допомогою запірної кільця.

Ємності мають парову сорочку, до якої пара та вода підводяться через опорні цапфи.

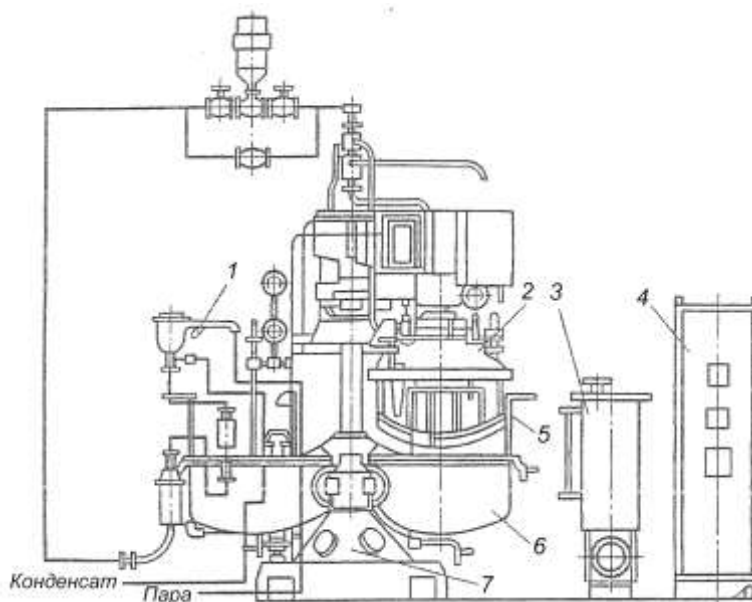


Рисунок 4 – Апарат для плавлення сирної маси з двома ємностями:

1 - фільтр очищення пари; 2 - кришка ємності; 3 - вакуум-насос; 4 - шафа електрообладнання; 5 - мішалка; 6 - робоча ємність; 7 - станина.

Кришка ємності також має еліптичну форму. На ній розміщені патрубки із соплами для підведення пари або води, а також патрубки для вирівнювання тиску в котлі та патрубків для під'єднання робочої ємності (котла) до вакуумної лінії. Рух мішалки здійснюється від трьохшвидкісного електродвигуна через клинопасову і зубчасту передачі.

Апарат для плавлення сирної маси з поворотною кришкою, що піднімається, показаний на рисунку 5. Дві ємності змонтовані нерухомо на станині 13 разом з приводом і механізмом управління.

Ємності виготовлені з нержавіючої сталі, мають з'ємну кришку 9, що закріплена на штангах 8, на яких закріплені рейки. Через втулки в центрі кришки проходить вал мішалки 6, якому надає рух електродвигун 1 через клинопасову передачу і редуктор, розміщений на поворотному кронштейні 4.

Сирна маса завантажується у ємність, кришка 9 опускається і поворотом штурвала 5 щільно закривається.

Пара подається трубопроводом 2 в парову сорочку через пустотілу цапфу і безпосередньо в ємність. Потім вмикають електродвигун, що надає мішалці обертового руху. Сир нагрівається до 85 °С при інтенсивному перемішуванні.

Конденсат з парової сорочки відводиться через конденсатовідвідник 12, цикл завершується зупинкою електродвигуна.

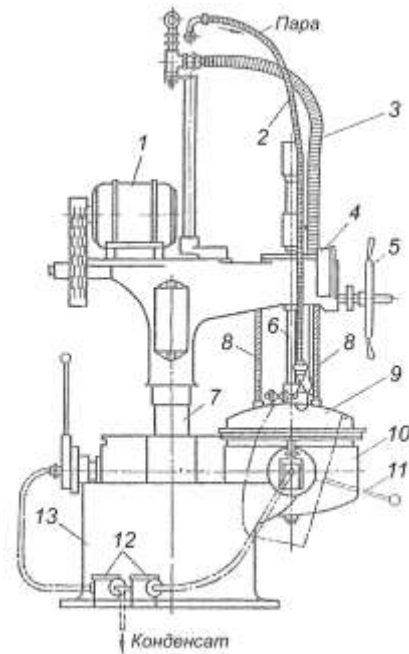


Рисунок 5 – Апарат для плавлення сирної маси з підйомною поворотною кришкою:

1 - електродвигун; 2 - трубопровід пари; 3 - вакуумна лінія; 4 - кронштейн; 5 - штурвал; 6 - вал мішалки; 7 - стійка; 8 - штанги; 9 - кришка; 10 - робоча ємкість; 11 - важіль; 12 - конденсатовідвідник; 13 - станина.

**Плавитель ШКС-070** (рисунок 6) призначений для змішування компонентів та плавлення сирної маси.

Плавитель складається з внутрішнього корпусу 1, закритого фланцем 8, замкненого в зовнішню сорочку підігріву 2, утворену кожухом 3.

Перемішування продукту здійснюється лопатевою мішалкою 4 з різними типами лопатей. Контроль температури продукту здійснюється біметалевим термометром 5.

Температуру продукту регулюють подачею пари за допомогою вентиля 10. Внутрішній корпус заповнюється вихідними компонентами через отвір, який закривається кришкою 6.

У сорочку подається пара під тиском, який не перевищує 0,1 МПа. Тиск контролюється манометром 12. Після закінчення процесу приготування суміші повертають ручку затвора дискового 14 і готовий продукт вивантажується через злив 13

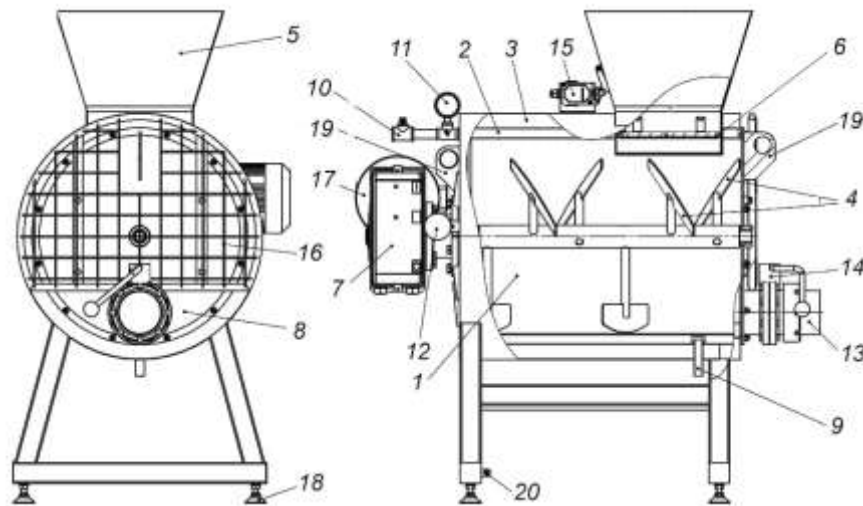


Рисунок 6 – Плавитель сирної маси ПКС-070:

1 - корпус внутрішній; 2 - сорочка підігріву; 3 - кожух захисний; 4 - мішалка; 5 - воронка завантажувальна; 6 - кришка; 7 - магнітний пускач; 8 - фланець; 9 - патрубок зливу конденсату; 10 - вентиль подачі пари; 11 - манометр; 12 - біметалевий термометр; 13 - злив; 14 - затвор дисковий; 15 - вимикач кінцевий; 16 - захисна огорожа; 17 - мотор-редуктор; 18 - гвинтові опори; 19 - вантажопідйомна петля; 20 - болт заземлення.



Рисунок 7 – Фото ПКС-070

Агрегат, у якому поєднано дві операції (подрібнення і плавлення), представлений на рисунку 8.

Агрегат являє собою закритий барабан 3 з розміщеною всередині мішалкою 11, електродвигуном 4, який змонтовано на кришці 5. Ємність має завантажувальний 7 і розвантажувальний 1 шибери, а також сорочку 13 для охолоджувальної води.

На подовженому валу двошвидкісного електродвигуна встановлені три дволопатевих серповидних ножі 12, що служать для попереднього тонкого подрібнення сиру, а також для створення циркуляційних потоків сирної маси в ємності.

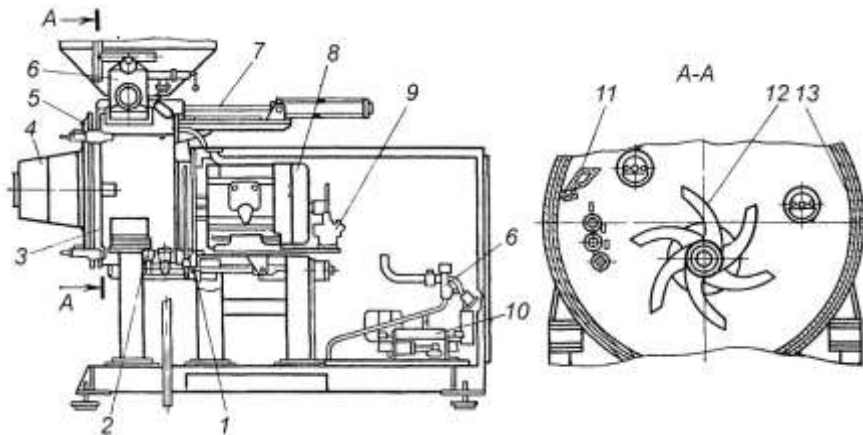


Рисунок 8 – Агрегат для подрібнення сиру і плавлення сирної маси:

1 - розвантажувальний шибер; 2 - зворотні клапани; 3 - барабан; 4 - електропривод мішалки; 5 - кришка; 6 - вакуумна система; 7 - завантажувальний шибер; 8 - двошвидкісний електродвигун; 9 - гальмо; 10 - дозатор води; 11 - мішалка; 12 - ножі; 13 - сорочка для води.

Сирна маса з бокових поверхонь ємності і кришки при розплавленні та охолодженні знімається лопатями мішалки.

Для нагріву продукту використовуються пара і невелика кількість води, яка подається безпосередньо в продукт.

На даний час парк обладнання для виготовлення плавлених сирів поповнюється новими зразками як вітчизняного, так і імпортного виробництва. Ці апарати можуть використовуватись при виробництві різних сумішей, дитячого харчування, напівфабрикатів та інших продуктів, що мають пастоподібну або напіврідку консистенцію.

Агрегат для плавлення сирної маси ІК-ОПВ має наступний комплект поставки: плавитель, установка для підготовки пари, завантажувач, електрошафа, установка вакуумування, ємність завантажувальна і бак (на візках).

Агрегат виконує такі технологічні операції:

- 1) Дозування сировини в завантажувальну ємність на візку;
- 2) Автоматизоване завантаження сировини в котел апарата;
- 3) Змішування вихідної сировини;
- 4) Плавлення сировини шляхом прямого і непрямого нагріву;
- 5) Вивантаження готового продукту в бак на візку.

Плавитель має один котел, чаша якого має можливість переміщення у вертикальному напрямку і в горизонтальній площині – з робочої позиції у позицію завантаження і назад.



Рисунок 9 – Агрегат ІК-ОПВ

Установка СИ-120 складається з чаші з геометричним об'ємом 120 літрів, має одностінну сорочку для нагрівання і охолодження водою. У верхній частині сорочки розташований штуцер для подачі пари або відводу охолоджуючої води, у нижній частині сорочки – штуцер для подачі охолоджуючої води і відводу конденсату.

Для прямої подачі пари в продукт у днище чаші встановлені клапани, об'єднані колектором. У стінку чаші вбудований термометр для контролю температури продукту. У нижній частині чаші знаходиться розвантажувальний клапан з пневматичним керуванням.

Кришка чаші забезпечує герметичність робочого об'єму, має завантажувальний патрубок з дисковим затвором.

На кришці встановлена система підключення вакууму і привод верхньої мішалки, яка призначена для зняття налиплого продукту зі стінок чаші під час роботи.

Нижня мішалка служить для перемішування і подрібнення продукту. Її привод забезпечує плавне зміння частоти обертання у діапазоні 600...3000 об/хв. Система керування і автоматики виконана на базі промислового контролера.

Привод підйому котла електромеханічний гвинтовий, забезпечує автоматизовані режими завантаження котла, плавлення сировини і витримання її при заданій температурі, звукову сигналізацію готовності продукту, друк параметрів технологічного процесу на світлочутливий папір, систему блокувань, що забезпечують безпечне обслуговування апарата.

В окремих випадках, при великих обсягах виробництва плавлених сирів доцільно застосовувати комбіновані агрегати, в яких подрібнення, плавлення і охолодження сирної маси виконують в одному апараті.

Плавитель сирної маси ПСМ складається з посудини з теплообмінною сорочкою для нагрівання і охолодження паром-водою, мотор-редукторів, мішалки та подрібнювального пристрою із трьома ножами.



Рисунок 10 – Установа СИ-120

Кришка посудини відкривається (закривається) за допомогою пневмоциліндра, який під час роботи фіксується за допомогою гвинтових фіксаторів.

Спорожнювання ємності відбувається пневматично або вручну. Подача інгредієнтів може здійснюватися вручну, або процес може бути автоматизований. (На замовлення клієнта виготовляється спеціальний клапан для подачі інгредієнтів у процесі плавлення).

Керування комп'ютеризоване – контролер з сенсорним екраном дозволяє задавати автоматичний або ручний режим управління технологічними процесами.

У комп'ютер закладаються програми з різними параметрами (температура продукту, нагрівання, охолодження, вакуум, час до наступної операції, обертання мішалки, ножів та ін.), за якими можна стежити безпосередньо на екрані комп'ютера.

Котел 30-200л має загальний об'єм бункера 250 л, (корисна ємність 200 л) виконаний з високоякісної нержавіючої сталі 1.4 301, крім мотор-редуктора, ущільнення вала, кінцевого вимикача і шкребка-очисника стінок котла.

Основний корпус із двома знімними кришками для перевірок і техобслуговування, бункер котла для попереднього подрібнювання, змішування і плавки з термоізолюючою сорочкою опирається на шість опорних ніг на гумових основах з регулюванням висоти,  $D = 100$  мм.

Машина має центральне підключення до мережі стисненого повітря трубопроводом з редуктором.





Рисунок 11 – Плавитель сирної маси ПСМ

Вигнута кругла відкидна кришка із силіконовим ущільненням відкривається пневматично. Керування проводиться за допомогою магнітних вентилів, задіяний кінцевий вимикач для позицій кришки „Відкрите“ і „Закрите“.

Система попереднього подрібнювання призначена для подрібнювання, змішування, гомогенізації, має три двох пелюсткові ножі, розташовані один до одного під кутом 90°.

Частотно-регульований мотор з датчиком перегріву, вал двигуна з нержавіючої сталі мінімум  $P = 4,4$  кВт,  $n = 500$  об/хв., ступінь захисту IP 55, максимум  $P = 24,9$  кВт,  $n = 2960$  об/хв.



Рисунок 12 – Котел для плавлення сирної маси типу 30-200л

#### 4 Оснащення робочого місця лабораторної роботи

Лабораторна установка для плавлення сирної маси складається з двох ємностей, внутрішньої 1 і зовнішньої 2, на дні якої міститься електронагрівач (ТЕН). На кронштейні 3, закріпленому на зовнішній ємності, встановлений електродвигун постійного струму 4 і під'єднаний до нього черв'ячний редуктор 5, на подовженому валу якого розташована гвинтова лопать мішалки 6.

Сировина, згідно з рецептурою, завантажується у внутрішню робочу ємність 1, яка встановлена в зовнішню ємність 2. У простір між стінками ємностей заливається вода, яка нагрівається за допомогою ТЕНу до температури 90...95 °С. З початком процесу плавлення сирної маси вмикається електродвигун мішалки, яка доводить сировинну суміш до потрібної рівномірної консистенції.

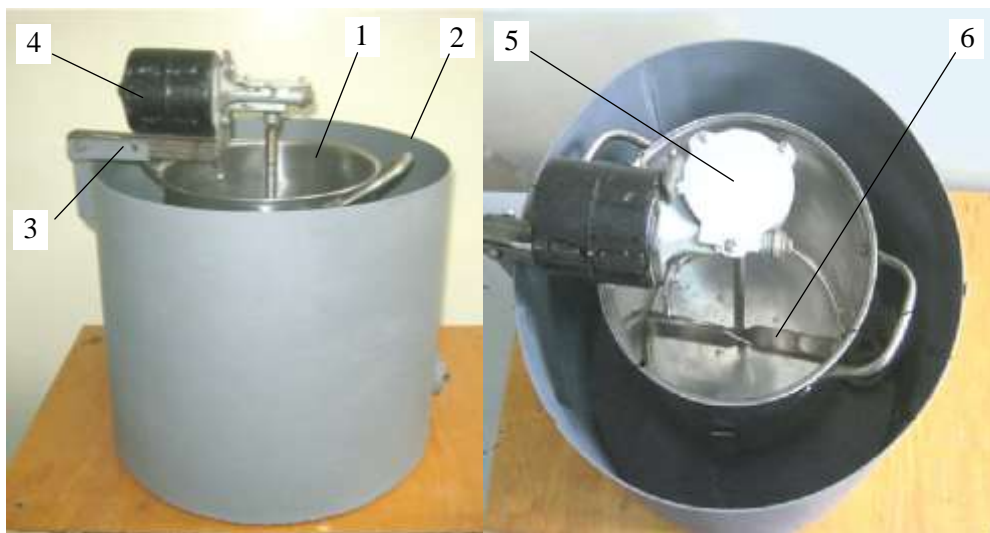


Рисунок 13 – Лабораторна установка для дослідження процесу плавлення сиру:

1 - робоча ємність; 2 - зовнішня ємність; 3 - кронштейн; 4 - електродвигун; 5 - редуктор; 6 - мішалка.

Крім лабораторної установки робоче місце оснащується вагами, м'ясорубкою (або терткою), мірними ємностями, термометром.

#### 5 Порядок виконання лабораторної роботи

5.1 Погодити з викладачем розмір порції плавленого сиру, яку потрібно приготувати під час проведення даної роботи;

5.2 Розрахувати потрібну кількість інгредієнтів для виготовлення потрібної порції сиру. Для порції 100 г необхідно витратити 149 г сировини: 44,7 г

твердого сичужного сиру; 59 г кисломолочного сиру; 26, 3 г - молока; 15,4 г крупи манної; 1 г солі-плавителя; 2 г вершкового масла;

5.3 Подрібнити твердий сичужний сир і приготувати сирну суміш для виготовлення потрібної порції плавеного сиру \*\*;

\*\*Кисломолочний сир і манку розтирають з сіллю-плавителем (харчовою содою) до отримання шматочків діаметром 3 мм і залишають для дозрівання мінімум на 30 хв. при температурі не нижче 20 °С, оскільки при температурі, що не перевищує дану позначку, крупні молекули кисломолочного сиру не руйнуються і в готовому продукті можуть виникнути неоднорідні включення світлого кольору.

5.4 Під час дозрівання суміші залити воду в міжстінний простір лабораторної установки і підігріти її до температури 75...80 °С.

5.5 У дозрілу суміш долити молоко і завантажити в попередньо нагріту робочу ємність;

5.6 Увімкнути мішалку і плавити 3...5 хв. до однорідності при температурі 80...95 °С та частоті обертання мішалки 60 об/хв.

5.7 Додати подрібнений твердий сичужний сир та масло і плавити ще 2...3 хвилини.

5.8 Вивантажити готовий продукт у тару і охолодити.

5.9 Зважити готовий продукт і порівняти фактичну його масу з очікуваною – теоретичною;

5.10 Провести органолептичну оцінку одержаного сирного продукту за наступними показниками: 1) зовнішній вигляд; 2) колір; 3) аромат; 4) консистенція; 5) смак. Оцінити кожен наведений показник за бальною системою;

5.11 Сформулювати висновки по роботі;

5.12 Оформити звіт з роботи і захистити його у викладача.

## **6 Вимоги безпеки**

Під час проведення роботи додержуватись правил загальної інструкції з охорони праці, наведених у розділі „Загальні вимоги безпеки“.

## **7 Контрольні питання**

1 Схема технологічної лінії з виробництва плавеного сиру.

2 Класифікація машин і обладнання для здійснення процесу плавлення сирної маси.

3 Плавителі періодичної дії, принцип дії та особливості будови.

4 Плавителі безперервної дії, будова та принцип дії.

5 Які переваги мають плавителі безперервної дії?

6 Основні джерела нагріву сирної маси в плавителях.

7 Які операції суміщають комбіновані плавильні агрегати?

### 8 Тестові завдання

1) На скільки груп залежно від форми упаковки, консистенції, смакових особливостей, способу обробки та призначення поділяють асортимент плавлених сирів?

1. чотири;                      2. п'ять;                      3. шість.

2) На якого розміру шматки нарізають сировину при її попередній підготовці?

1. 25...30 мкм;                      2. 50...70 мм;                      3. 100...150 мм.

3) На яких пристроях звичайно подрібнюють сирні компоненти під час операції по подрібненню сировини?

1. вовчку;                      2. кутеру;                      3. гомогенізаторі.

4) Загальна кількість солей, що вводяться при плавленні, не повинна перевищувати

1. 2...3 %;                      2. 0,2...0,3 %;                      3. 10...15 %.

5) У якому діапазоні температури звичайно підігрівають сирну масу при її плавленні?

1. 50...70 °С;                      2. 70...95 °С;                      3. 95...125 °С.

6) Для збереження плавлених сирів від пліснявіння доцільно використовувати...

1. ...аскорбінову кислоту;                      2. ...сорбінову кислоту;  
3. ...ацетилсаліцилову кислоту.

7) Одночасно з плавленням у робочій камері апарата можуть реалізовуватись такі операції як...

1. ...подрібнення, перемішування, фасування;  
2. ...подрібнення, перемішування, охолодження;  
3. ... подрібнення, перемішування, формування.

8) Упакований сир зберігають на складах, торговельних базах і холодильниках при температурі...

- 1....від 0 до мінус 4 °С та відносній вологості 85...90% і 80...85%;  
2....від 0 до плюс 4 °С та відносній вологості 85...90% і 80...85%.  
3....від 10 до 16 °С та відносній вологості 85...90% і 80...85%.

9) Мішалка якого типу застосовується для перемішування продукту в плавителі сирної маси ІПКС-070?

1. рамна мішалка;                      2. лопатева мішалка;

### 3. пневматичний барботажний пристрій.

#### 10) За якими показниками проводиться органолептична оцінка продукту, одержаного в даній роботі?

1. зовнішній вигляд; колір; аромат; консистенція; смак.
2. зовнішній вигляд; колір; аромат; щільність; смак.
3. зовнішній вигляд; колір; кислотність; консистенція; смак.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бредихин С.А. Технология и техника переработки молока / С.А. Бредихин, Ю.В. Космодемьянский, В.Н. Юрин. - М.: Колос. 2003. - 400 с.
2. Шингарева Т.И. Производство сыра. / Т.И. Шингарева, Р.И. Раманаускас. - Минск: ИВЦ Минфина, 2008. - 440 с.
3. Курочкин А.А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства / А.А. Курочкин. Под. ред. В.М. Баутина. - М.: Колос. 2001. - 440 с.
4. Крись Г.Н. Технология молока и оборудование предприятий молочной промышленности. / Г.Н. Крись, В.Г. Тиняков, Ю.В. Фофанов. - М.: Агропромиздат, 1986. - 280 с.
5. Машины и оборудование для переработки молока: Каталог / И.Г. Голубев и др. - М.: ФГНУ „Росинформагротех“, 2006. - 348 с.
6. Баркан С.М. Плавленые сыры. / С.М. Баркан, М.Ф. Кулешова. - М.: Типография ВНИИПП, 1966. - 283 с.