

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



## **ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ГАЛУЗІ**

Конспект лекцій

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
освітньої програми «Харчові технології»  
галузі знань 18 Виробництво та технології  
спеціальності 181 Харчові технології  
денної та заочної форм навчання

**ЛУЦЬК 2024**

УДК 664(07)  
Т38

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій Луцького НТУ \_\_\_\_\_ директор бібліотеки Н. Поліщук  
(підпис)

Рекомендовано до видання вченою радою факультету митної справи, матеріалів та технологій ЛНТУ, протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року.  
Голова вченої ради факультету \_\_\_\_\_ В. Ткачук

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри харчових технологій і хімії ЛНТУ, протокол № \_ від «\_» \_\_\_\_\_ 2024 року.  
Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ І. Дударев

Укладач: \_\_\_\_\_ В. Сай, кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій і обладнання переробних виробництв Луцького НТУ.

Рецензент: \_\_\_\_\_ І. Тараймович, доцент кафедри харчових технологій і хімії ЛНТУ.

Відповідальний за випуск: \_\_\_\_\_ І. Дударев, доктор технічних наук, професор кафедри харчових технологій і хімії ЛНТУ.

**Т38** Технологічне обладнання галузі [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Харчові технології» галузі знань 18 Виробництво та технології спеціальності 181 Харчові технології денної та заочної форм навчання / уклад. В. Сай. Луцьк: ЛНТУ, 2024. – 181 с.

Методичне видання складено відповідно до робочої програми курсу «Технологічне обладнання галузі», містить матеріали лекцій з дисципліни «Технологічне обладнання галузі» і рекомендовану літературу.

## ПЕРЕДМОВА

Харчова промисловість – важлива частина народного господарства країни, яка включає більше сорока різноманітних галузей і нараховує більш як четверту частину всіх промислових підприємств України. Почесне місце, яке займає харчова промисловість, визначається важливим її внеском у забезпеченні докорінного покращення харчового постачання населення і задоволення його потреб в продуктах харчування. Призначення харчової промисловості забезпечити за допомогою сучасних методів технологічної переробки рослинної і тваринної сировини виробництво продуктів харчування в потрібній кількості і необхідної якості. Фабричне виробництво продуктів харчування забезпечує економію затрат праці в сфері громадського харчування і домашньому господарстві. Виробництво харчових продуктів в розфасованому і запакованому вигляді сприяє удосконаленню процесу торгівлі, зменшенню надлишків товарообігу.

В теперішній час виробництво харчових продуктів переводиться на потокові форми організації виробництва на базі сучасного технологічного обладнання в яких режими роботи і параметри технологічних процесів контролюються і регулюються автоматичними пристроями і електронно-обчислювальними системами. Технічний процес в харчовій промисловості забезпечується впровадженням новітніх науково-технічних розробок, над якими працює ряд наукових центрів і деякі з них мають світове визнання. Отже збільшення виробництва продуктів харчування повинно досягатися не лише за рахунок будівництва нових підприємств, але і за рахунок підвищення ефективності виробництва і зростання продуктивності праці.

Окрім того необхідно постійно займатися вдосконаленням технології, механізації окремих процесів і створенням механізованих поточкових ліній з автоматичним контролем і регулюванням основних технологічних процесів. Все це дозволить збільшити продуктивність праці, механізувати ручні операції, в 1,5 – 2 рази зменшити виробничі площі, зменшити втрати цінної сировини, ліквідувати проміжну тару, значно покращити якість продукції і гігієнічні умови виробництва.

## **Лекція 1: Загальні відомості про технологічне обладнання для переробки сировини і напівфабрикатів**

- 1. Основні напрямки і перспективи розвитку харчової промисловості.*
- 2. Сировина, яка використовується для виробництва продуктів харчування.*
- 3. Структура та класифікації основних видів обладнання.*
- 4. Особливості організації потокового виробництва та класифікація поточкових ліній.*
- 5. Загальні відомості про технологічні процеси.*

### **1. Основні напрямки і перспективи розвитку харчової промисловості**

Поява нових технологій виробництва харчових продуктів викликає необхідність створення нового технологічного обладнання.

Все більшого розповсюдження набуває технологічне обладнання, яке оснащено системами активного контролю і оберненого зв'язку, тобто системами, які збирають і об'єктивно фіксують інформацію про властивості сировини, що переробляється в даний момент, і в разі необхідності можуть змінюватися режими обробки і таким чином забезпечувати найкращі варіанти підбору напівфабрикату, а значить і готового продукту.

Зростає значення вирішення проблеми якості продукції, що виготовляється. Мова йде про оцінку машин не тільки по продуктивності, надійності, зовнішньому вигляді або кольорі продукту, але і про збереження всіх цінних речовин в процесі її переробки і зберігання.

До основних вимог, що ставляться до конструкції при створенні нового технологічного обладнання необхідно віднести наступні:

- технологічне обладнання повинне мати високі техніко-економічні показники (продуктивність, маса, матеріалоємність, витрати матеріалів та інші витрати);
- конструкція машин і апаратів має відповідати вимогам сучасної прогресивної технології (форма, розміри, швидкості і траєкторії руху робочих органів, а також такі параметри, як температура теплоносія), відповідати фізико-механічним і хімічним властивостям продукту в робочому режимі;
- робочі органи машин повинні виготовлятися із корозійностійких матеріалів, і повинні мати високу зносостійкість;
- конструкція деталей повинна бути технологічною;
- деталі з великими швидкостями обертання повинні бути статично і динамічно зрівноваженими;
- машини і апарати не повинні мати „застійних” зон, де міг би накопичуватися продукт;

- конструкція машин і апаратів повинна задовольняти вимогам з охорони праці і пожежної безпеки.

## **2. Сировина, яка використовується для виробництва продуктів харчування**

При виробництві продуктів харчування використовується сировина, короткі відомості про яку приведені нижче:

- сировина для отримання цукру являє собою цукровий буряк та цукрову тростину;

- сировиною для виготовлення крохмалю є зерно злакових рослин (кукурудза, пшениця, рис), бульби картоплі, стебло хлібного дерева(пальми) і т.д.;

- сировиною для хлібопекарного виробництва є такі інгредієнти: мука, сіль, вода, цукор, жири, дріжджі і т.д. Мука виготовляється як із пшениці і жита так і з вівса;

- сировиною для кондитерських виробів є цукор, глюкоза і патока, мед, жири, молоко і молочні продукти, яйця і яйце продукти, какао-боби, горіхи, фруктові-ягідний напівфабрикат, мука, крохмаль, смакові і ароматичні речовини, хімічні розрихлювачі;

- сировиною для макаронних виробів є пшенична мука, вода і різноманітні добавки збагачення (фруктові і овочеві соки та пасти, ароматичні речовини тощо);

- сировиною в бродильному виробництві є солод (пророщене зерно злакових культур);

- сировиною в оліє-жировому виробництві є зерна олійних культур (соняшника, бавовник, льону, коноплі, гірчиці та інших культур);

- основною сировиною для плодоовочевих консервів є яблука, груші, вишні, черешні, виноград, смородину, агрус, а також овочі: зелений горошок, квасок, картопля, болгарський перець, огірки, помідори, баклажани, часник, цибуля. Як інгредієнти використовуються кислоти, цукор, перець, сіль, спеції, хрін та інші компоненти.

## **3. Структура та класифікація основних видів обладнання**

Все промислове обладнання поділяється на п'ять класів:

- машини-двигуни та інші енергетичні машини та установки;

- транспортні машини та устаткування;

- технологічне обладнання;

- лічильно-аналітичні машини та ЕОМ;

- керуючі машини.

Машини всіх цих класів застосовують в харчовій промисловості. В даному курсі предметом вивчення є технологічне обладнання, яке по характеру дії на продукт може бути розділено на апарати і машини.

Характерною ознакою апаратів є наявність реакційного простору або робочої камери, де відбуваються теплообмінні, масообмінні, фізико-хімічні, біохімічні та інші процеси, які викликають зміни хімічних і фізичних властивостей або агрегатного стану продукту, що обробляється.

Особливістю машин є наявність рухомих робочих органів, які безпосередньо діють на продукт. Причому внаслідок механічної дії на продукт властивості його, як правило, не змінюються, за виключенням форми, розмірів та інших фізичних параметрів.

Такий розподіл технологічного обладнання на машини і апарати має умовний характер, так як устаткування може мати одночасно різні ознаки.

Структура технологічної автоматичної машини (рис. 1.1.) крім керуючих пристроїв і механізмів містить розподільвач енергії між виконавчими органами 3, які часто суміщають з транспортними передачами. В структурі приведеній на рисунку машини передбачено виконання трьох операцій трьома виконавчими механізмами 4 з робочими органами 5.

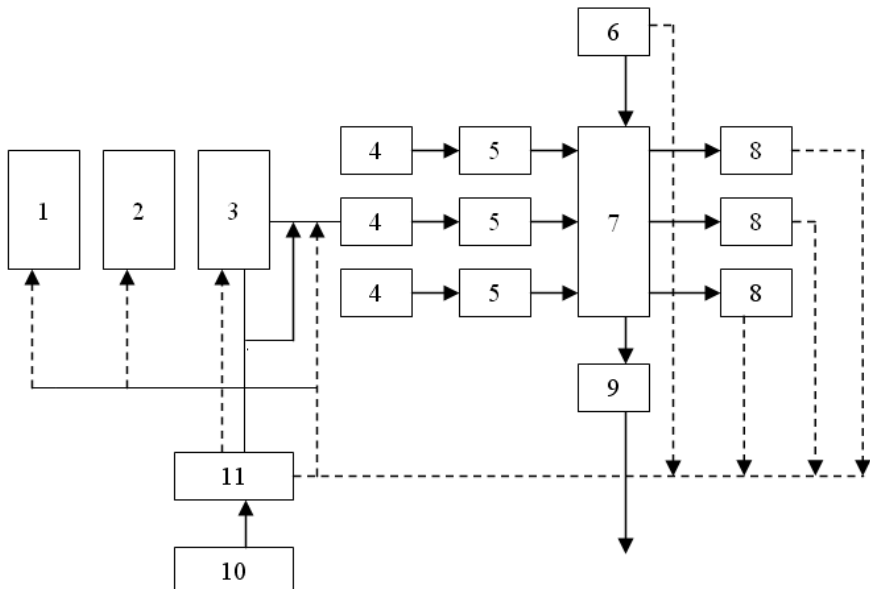


Рисунок 1.1 – Структура технологічної машини

Подача в машину сировини або штучних об'єктів здійснюється дозувальним устаткуванням 7. обробка продукту або штучних об'єктів

здійснюється в камері або місткості 6. для контролю якості виконання проміжних операцій в автоматичних машинах передбачаються контрольні пристрої 8; для контролю якості готового продукту – пристрої 9. Вони дають сигнали на дозатор і регулятору 11, який може давати команди корекції на один із механізмів 1 – 5.

За характером робочого циклу машини і апарати бувають неперервно-потокові, періодичної і циклічної дії.

Машини і апарати безперервно-потокової дії призначені для виготовлення і обробки нештучної продукції, яка рухається безперервно (шнекові формові процеси для макаронів, просіювачі тощо).

Машини і апарати періодичної дії призначені для обробки в основному порційної продукції. В них продукт підлягає обробці на протязі певного проміжку часу, після чого виводиться з них, і подається для обробки наступна порція. До таких машин відносяться місильні машини періодичної дії, варочні котли та інше обладнання.

В машинах циклічної дії в основному обробляється штучна продукція. Робочі органи цих машин працюють з повторними циклами.

Все технологічне обладнання за функціональним призначенням поділяється на наступні групи:

- обладнання для миття і очищення сировини і тари;
- обладнання для подрібнення харчових продуктів;
- вагове і дозуюче обладнання;
- обладнання для перемішування і отримання однорідних мас;
- обладнання для проведення дифузійних процесів;
- обладнання для теплової обробки харчових продуктів;
- промислові печі;
- обладнання для пересування ґрунтових продуктів;
- обладнання для розділення сипучих, рідких і грубо дисперсних харчових продуктів;
- обладнання для формування і поштучного ділення пластичних харчових мас;
- обладнання для завивання, пакування і фасування харчових продуктів;
- обладнання для герметизації тари з харчовими продуктами.

#### **4. Особливості організації потокового виробництва та класифікація поточкових ліній**

Сучасне промислове виробництво базується на трьох основних принципах: використання поточкових методів виробництва, використання прогресивної техніки, комплексна механізація і автоматизація виробничих процесів.

В процесі комплексної механізації і автоматизації виробництва окремі машини об'єднують в агрегати і потокові лінії.

Потоковою лінією називають сукупність спеціалізованих технологічних машин, які розміщені у відповідності з певним технологічним процесом, працюють у заданому темпі роботи і зв'язані між собою транспортними пристроями.

За видом зв'язку між машинами потокові лінії поділяються на наступні типи:

- лінії з жорстким зв'язком між машинами і безпосередньою передачею об'єкту від однієї машини до іншої. В таких лініях всі машини працюють в одному ритмі з транспортними пристроями;

- лінії з гнучким зв'язком між машинами. В цих лініях робота кожної машини не є суворо залежною від вибраного ритму роботи лінії. Між машинами встановлюються проміжні накопичувачі;

- лінії з напівгнучким зв'язком. Такі лінії розділяються на окремі ділянки, які складаються з груп машин з жорстким зв'язком. В свою чергу, ці ділянки між собою зв'язані гнучким зв'язком.

За ступенем механізації потокові лінії поділяються на:

- механізовані – з повною комплексною механізацією всіх технологічних, транспортних і встановочно-знімальних операцій. Тут залишаються ручним контроль і регулювання параметрів технологічних процесів;

- автоматизовані – застосовуються пристрої для автоматичного контролю і регулювання основних технологічних процесів;

- автоматичні – являють собою механізовані лінії, оснащені комплексом автоматичних пристроїв для контролю і регулювання всіх технологічних операцій і керування машинами та агрегатами, які входять в лінію, без застосування ручної праці.

За кількістю технологічних операцій потокові лінії поділяються на :

- некомплексні, тобто такі, які об'єднують декілька операцій (до 10) технологічного процесу виготовлення продукту;

- комплексно-цехові, тобто такі, які об'єднують у своєму складі всі операції технологічного процесу виготовлення продукту, що виконуються в даному цеху;

- комплексно-заводські, тобто такі, які об'єднують у своєму складі всі операції технологічного процесу виготовлення продукту, що виконуються на заводі.

За кількістю найменувань виробів, що виготовляються, (залежно від номенклатури) потокові лінії поділяються на:

- одно предметні, тобто такі, на яких на протязі тривалого часу в заданому ритмі виготовляється один і той же виріб;

- багатопредметні, можуть бути змінно поточковими і груповими поточковими.

## 5. Загальні відомості про технологічні процеси

Технологічний процес – частина виробничого процесу, яка містить дії по змінні і наступному визначенню фізичного стану предмету виробництва. Технологічні процеси складаються з технологічних і допоміжних операцій.

Технологічна операція – закінчена частина технологічного процесу, яка виконується на одному робочому місці одним або декількома робітниками.

Допоміжні операції являють собою транспортні, завантажувально-розвантажувальні та інші роботи.

Для складних виробничих процесів складаються технологічні схеми, тобто графічне зображення технологічного процесу по послідовності виконання основних і допоміжних операцій, починаючи від підготовки сировини і закінчуючи отриманням готових виробів.

Технологічна схема, яка показує види обладнання для виконання технологічних операцій, називається машинно-апаратурною схемою (МАС), яка умовно поділяється на три ділянки: підготовка сировини до виробництва, виготовлення напівфабрикатів і отримання готових виробів.

Найбільш прогресивною формою організації виробничих процесів є безперервно-потокове виробництво. Впровадження поточкових ліній дозволяє більш раціонально використовувати виробничі площі і скоротити або відмінити потребу такого інвентарю як ящики і стелажі.

Технологічні процеси харчових виробництв можна розділити на дві групи:

- апаратні – процеси, які відбуваються в технологічних апаратах (хімічні, термічні);
- машинні – процеси, які відбуваються за допомогою механічної дії робочих органів машин на продукти, що обробляються.

Розділення технологічного процесу на складові елементи, робочі місця і машини, закріплення за кожним робочим місцем визначених операцій і послідовної подачі пристроєм транспортування продуктів до робочих місць дозволяє швидко створювати і використовувати спеціалізовані машини.

### **Лекція 2: Технологічне обладнання для очищення сировини від сторонніх домішок**

- 1. Обладнання для очищення сировини від легких домішок.*
- 2. Обладнання для очищення сировини від важких домішок.*

#### **1. Обладнання для очищення сировини від легких домішок.**

Найпоширенішим обладнанням для видалення легких домішок є грабельно-ланцюгові соломовловлювачі неперервної дії. Робочі органи соломовловлювача являють собою набірні граблі, що складаються із 9 – 12

пластин фігурної форми із зубами (рис. 2.1). Граблі переміщуються назустріч руху суміші в гідротранспортері, захоплюють легкі домішки і піднімають їх наверх. У верхньому положенні вони перекидаються на ролик 2 з гумовими амортизаторами, при цьому легкі домішки струшуються з пластин в приймальник 1.

Несучим органом, що переміщає граблі, є двох ланцюговий транспортерний контур у формі трикутника або прямокутника, який приводиться в рух від електродвигуна 3, через редуктор 4 і ланцюгову передачу 5.

Привідні зірочки розміщені у верхній частині контуру. Пластини шарнірно встановлені на осях 6, які рівномірно розподілені між двома гілками контуру. Для кріплення контуру ланцюги мають спеціальні кронштейни. На кінцях осей встановлені ролики 7 для переміщення по направляючих 8.

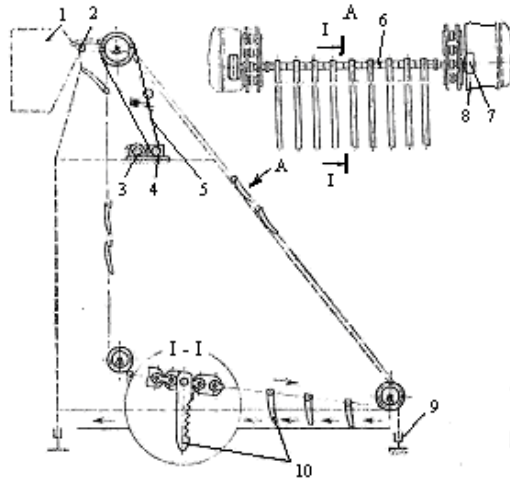


Рисунок 2.1 – Схема грабельно-ланцюгового соломовловлювача: 1 – прий-мальник; 2 – ролик; 3 – електродвигун; 4 – редуктор; 5 – ланцюгова передача; 6 – осі встановлення пластин; 7 – ролики; 8 – направляючі; 9 – регулювальні гвинти; 10 – пластини

Ефективність соломовловлювача залежить від висоти занурення граблів в потік води. Для регулювання висоти занурення в конструкції каркасу передбачені гвинти 9. Видалення домішок відбувається при перекиданні грабелів у верхній зоні контуру. Гумові амортизатори призначені для зменшення ударних навантажень на конструкцію. Приймальник може бути обладнаний вібратором для видалення домішок.

Для підвищення ефективності роботи соломовловлювача необхідно зменшити швидкість потоку до  $0,2 - 0,3 \text{ м/с}$  і коливання рівня суміші. Для цього жолоб гідротранспортера в місці встановлення соломовловлювачів повинен бути розширений не менше чим на  $100 \text{ мм}$ , а для підйому легких домішок перед соломовловлювачем слід передбачувати встановлення гідропідйомника, через перфороване дно якого подається вода і стиснуте повітря.

## 2. Обладнання для очищення сировини від важких домішок.

Для попереднього вловлювання важких домішок при переміщенні сировини по гідротранспортеру встановлюються піскокаменевловлювачі, які відрізняються за принципом дії (циліндричні, ротаційні, елеваторні, вібраційні) так і конструкцією (ковшеві, кишенькові).

Для ефективної роботи вловлювачів необхідно, щоб важкі домішки осідали на дно гідротранспортера і переміщалися по дну. Це можливо при виконанні умови:

$$v_d = \varphi \cdot v, \quad (1.1)$$

де  $v_d$  – швидкість відділення домішок, м/с;  
 $v$  – швидкість випадання тіла в осад, м/с;  
 $\varphi$  – коефіцієнт пропорційності.

$$\varphi = (a/e)^2, \quad (1.2)$$

де  $a$  – приведений діаметр важких домішок;  
 $e$  – ширина каналу і гідротранспортера.

Максимальна швидкість потоку суміші, при якій починається рух важких домішок по дну гідротранспортера, визначається залежністю

$$v_{\max} \geq v \cdot \sqrt{f \cdot \cos \beta - \sin \beta}, \quad (1.3)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя домішок по дну;  
 $\beta$  – кут нахилу гідротранспортера.

Для вловлювання важких домішок широко використовують ротаційний коловий каменевловлювач (рис. 2.2).

Важкі домішки не є однорідними, тому процес їх видалення вирішується в два етапи. Перший – розділення важких домішок на фракції, другий – видалення домішок.

В ротаційних ковшових каменевловлювачах неперервної дії розділення важких домішок на фракції здійснюється під час переміщення суміші, а їх видалення – в напрямку, протилежному напрямку течії суміші в гідротранспортері. Головним робочим органом розділення є перфорований циліндричний барабан 3, на зовнішній і внутрішній поверхні якого приварені шнеки. Проходячи через барабан, дрібні частинки домішок, осідаючи, просіюються через перфоровану поверхню і збираються на дні конуса: при обертанні барабана зовнішнім шнеком 4 транспортуються в кільцевий

приймальник 2. Домішки, розмір яких перевищує розмір отворів у перфорованому барабані, транспортуються внутрішнім шнеком 5 в приймальник 2. Таке поєднання перфорованого барабана з внутрішніми і зовнішніми гвинтовими поверхнями дозволяє одночасно здійснювати дві стадії процесу.

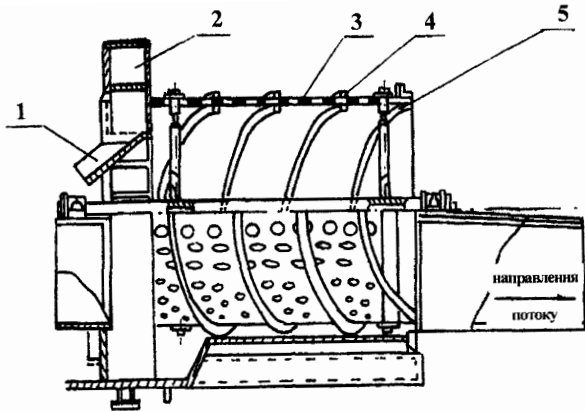


Рисунок 2.2 – Ротаційний коловий каменевловлювач: 1 – відвідний лоток; 2 – кільцевий приймальник; 3 – циліндричний барабан; 4 – зовнішній шнек; 5 – внутрішній шнек

Циліндричний приймальник має два ковші у вигляді напівкілець, які зовнішніми отворами сполучаються із збірником приймальника, а внутрішнім – із порожниною барабана. Приймальник прикріплений до барабана й обертається разом з ним. Ковші по черзі захоплюють пісок із дна збірника, а з порожнини барабана до внутрішнього отвору ковша направляються камені. При цьому натиск води, спрямований із ковша, пропускає важчі камені і перешкоджає потрапляння в ківш коренеплодів. Зібрані домішки у верхньому положенні ковша потрапляють у відвідний лоток 1. Найбільші за розмірами домішки не доходять до барабана, внаслідок зменшення швидкості течії суміші в кільцевому приймальнику і ковшами разом з піском передаються у відвідний лоток.

Ротаційні ковшеві каменевловлювачі забезпечують високу ступінь відділення великих домішок особливо при послідовному встановленні двох таких установок. Перехід від каменевловлювача до гідротранспортера здійснюється спеціальним патрубком з плоскими стінками.

### **Лекція 3: Технологічне обладнання для миття сировини і тари**

- 1. Класифікація обладнання для миття сировини і тари.*
- 2. Обладнання для миття рослинної сировини.*
- 3. Обладнання для миття тари.*

#### **1. Класифікація обладнання для миття сировини і тари**

В теперішній час для миття харчової рослинної сировини, тари і санітарної обробки обладнання застосовуються мийні машини різних типів і конструкцій. Вони класифікуються наступним чином: залежно від характеру процесу (безперервної і періодичної дії); від виду об'єктів які обробляються (для миття сировини і миття тари); за типом пристроїв, які переміщують об'єкти, які відмиваються (лінійні і барабанні); за способом миття (м'який і жорсткий); за конструкцією робочого органу (кулачкові (лопатеві), елеваторні, вібраційні, барабанні).

Для миття сировини використовується проточна або зворотня водопровідна вода. Після відмочування забруднення з поверхні сировини видаляються щітками або рідинними потоками. Серед мийних машин найбільше поширення отримали лопатеві, стрічкові, барабанні, вібраційні, комбіновані, елеваторні, щітчасті та ін. машини. Вибір мийної машини визначається структурно-механічними і міцнісними властивостями рослинної сировини, а також характером і кількістю забруднень на поверхні сировини.

Миття рослинної сировини проводять зануренням в воду (відмочуванням), споліскуванням струменями води із посадок, використанням щітчастих пристроїв, активним перемішуванням. В більшості мийних машин використовують комбінацію перерахованих способів миття.

Миття забезпечує видалення з поверхні сировини залишків землі, піску, по сторонніх важких і легких домішок. Для кожного виду сировини вимагається свій спосіб і режим миття.

#### **2. Обладнання для миття рослинної сировини**

Машини для миття сировини бувають з м'яким режимом миття (для миття м'яких плодів і ягід) і жорстким режимом миття (бульб і коренеплодів).

Найбільш поширеними серед машин з м'яким режимом миття є КУМ-1 і КУВ-1.

Машина КУВ-1 (рис. 3.1) елеваторного типу являє собою ванну 1, у якій розміщене роликоне полотно 17, що приводиться в рух направляючих 16 від електродвигуна 9 через пасову передачу, редуктор 8, ланцюгову передачу 10.

Ванна встановлюється на стійках 12, які зв'язані між собою рамою, на якій монтуються повітряний компресор 15 і пускові пристрої електродвигунів

13 та 14. Над ванною встановлений душовий пристрій 6, вода до якого підводиться через вентиль 21. Вана обладнана люками 7 і 19, вентилями 22 для підводу води і вентилями 20 і 23 для зливання води. В нижній частині ванни встановлено натяжний пристрій 18 конвеєра.

Сировина поступає в ванну 1 на решітку 3, з якої попадає на роликіве полотно, яке переміщує її до вихідного лотка 11. В процесі переміщення сировина миється в ванні і споліскується з душового пристрою. Для рівномірного розподілу сировини на конвеєрі знаходиться заслінка 4.

Для інтенсифікації процесу миття в нижню частину ванни компресором 15 по трубопроводу 5 через барботер 2 нагнітається повітря.

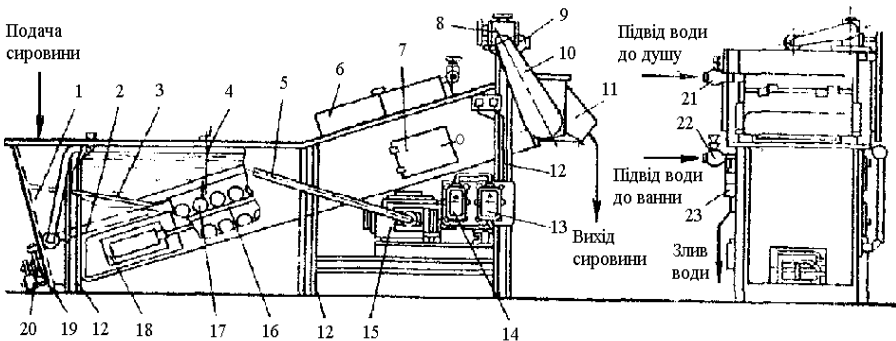


Рисунок 3.1 – Елеваторна машина КУВ-1: 1 – ванна; 2 – барботер; 3 – решітка; 4 – заслінка; 5 – трубопровід; 6 – душовий пристрій; 7; 19 – люки; 8 – редуктор; 9 – електродвигун; 10 – ланцюгова передача; 11 – вихідний лоток; 12 – стійки; 13; 14 – пускові пристрої; 15 – повітряний компресор; 16 – направляючі; 17 – роликіве полотно; 18 – натяжний пристрій; 20; 23 – вентиля для зливання води; 21; 22 – вентиля для підводу води

Для миття плодів і овочів, а також для охолодження їх після теплової обробки використовують мийно-струшуючу машину КМЦ (рис. 3.2). Вона складається із каркаса 1, душового колектора 6, ванни 3 і привода 2.

Каркас машини має чотири стійки з опорними плитами. До каркасу на чотирьох шарнірних підвісках прикріплено під кутом  $5^\circ$  до горизонту сито 4, яке здійснює зворотно-поступальний рух, який передається від колінчастого вала.

Над ситом 4 встановлений бункер 5 з шибером для регулювання кількості подачі сировини. Над ситом розміщений також душовий колектор 6 з соплами, а під ним встановлена ванна з отвором для зливання відпрацьованої води.

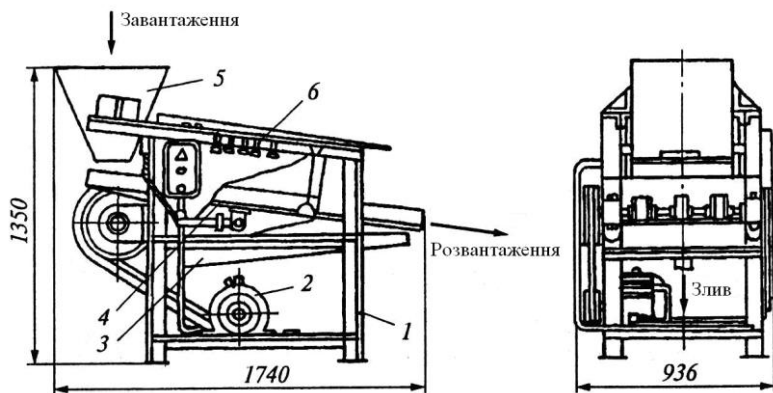


Рисунок 3.2 – Мийно-струшуюча машина КМЦ: 1 – каркас; 2 – привід; 3 – ванна; 4 – сито; 5 – бункер; 6 – душовий колектор

Крім цих машин для миття ягід використовують флотаційні мийочі машини, для миття твердих плодів і овочів (коренеплодів, груш, яблук і т. д.) використовують барабанні мийні машини. Миття в барабанних машинах здійснюється при обертанні барабана шляхом інтенсивного перемішування сировини і за рахунок ударів падаючої сировини в поверхню води. Ефективність процесу миття залежить від числа обертів барабана. При малих обертах барабана сировина розміщується в нижній частині. Із збільшенням числа обертів барабана збільшується кут піднімання сировини, й число обертів більше, тим вищий кут піднімання, відривання і висота падіння сировини. Внаслідок цього ефективність процесу миття збільшується. Але при значному числі обертів барабана може наступити такий момент, коли центр обіжна сила переважить силу тяжіння і сировина протягом всього оберту буде притиснута до стінок барабана, тобто процес миття буде порушений.

Для миття круп і зернобобових використовують шнекову мийну машину А1 – БГМ (рис. 3.3).

Шнекова мийна машина складається із станини 9, на якій змонтовані телескопічний живильник 1, мийна ванна 2, ситовий кузов 3 і система трубопроводів. Живильник 1 служить для подачі крупи в воду на будь-яку глибину залежно від виду крупи.

Машина працює наступним чином. Крупа подається в живильник 1 машини. Із живильника, залежно від виду крупи, вона поступає або на поверхню води, або на визначену глибину.

Легкі домішки спливають і разом з забрудненою водою через зливний патрубок поступають на друге сито кузова 3, де від них відділяється вода і домішки виводяться в збірник відходів.

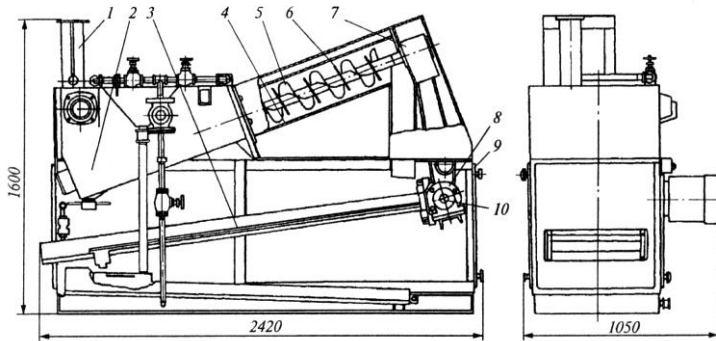


Рисунок 3.3 – Шнекова мийна машина А1 – БГМ: 1 – живильник; 2 – мийна ванна; 3 – ситовий кузов; 4 – корпус; 5 – шнек; 6 – лопатки; 7 – черв'ячний редуктор; 8 – електродвигун; 9 – станина; 10 – ексцентрикний коливач

Крупа в мийній ванні 2 переміщується і транспортується шнеком 5 до випускного патрубку, потім поступає на вібросито, де від неї відділяється вільна вода, і виводиться із машини.

Машини з жорстким режимом миття призначені для миття картоплі, буряків та інших корене- і бульбоплодів, забруднених важкими домішками. Найпоширенішими серед таких машин є кулачкові. Вони бувають:

- одно- або двокорпусні з постійним рівнем води (КМЗ-57М, КМЗ-61 та ін.);
- комбіновані (з двома рівнями води) типу СКМ, СКД-6;
- спеціальні (вібраційні, струминні).

Однокорпусна бурякомийка з постійним рівнем води КМЗ-57М (рис. 3.4) складається з миючої 5 і викидаючої 17 частин, розділених перегородкою 10. Внизу перегородки знаходиться отвір 40, розмір якого регулюється з допомогою лебідки 39.

Всередині миючої частини мийки встановлений вал 6, на якому в муфтах 8 закріплені кулачки 7. В передній частині мийки на горизонтальному валу розміщений шнек 4. Він розрихлює поверхню буряків, які поступають в мийку і створює умови для спливання на поверхню води легких домішок. Кулачковий вал приводиться в обертальний рух від приводу, який складається з електродвигуна і редуктора 1. Корпус мийної частини бурякомийки має подвійне дно: верхнє 21 перфороване і нижнє 23 суцільне.

Вивантажувальна частина бурякомийки розділена перегородками 13 і 14 на три відділення. Перегородка 13 суцільна, а перегородка 14 має знизу отвір. У вивантажувальній частині встановлений вал 11, на якому закріплені ковші 12. Вал приводиться в обертальний рух від трьох швидкісного електродвигуна 15 через редуктор 16.

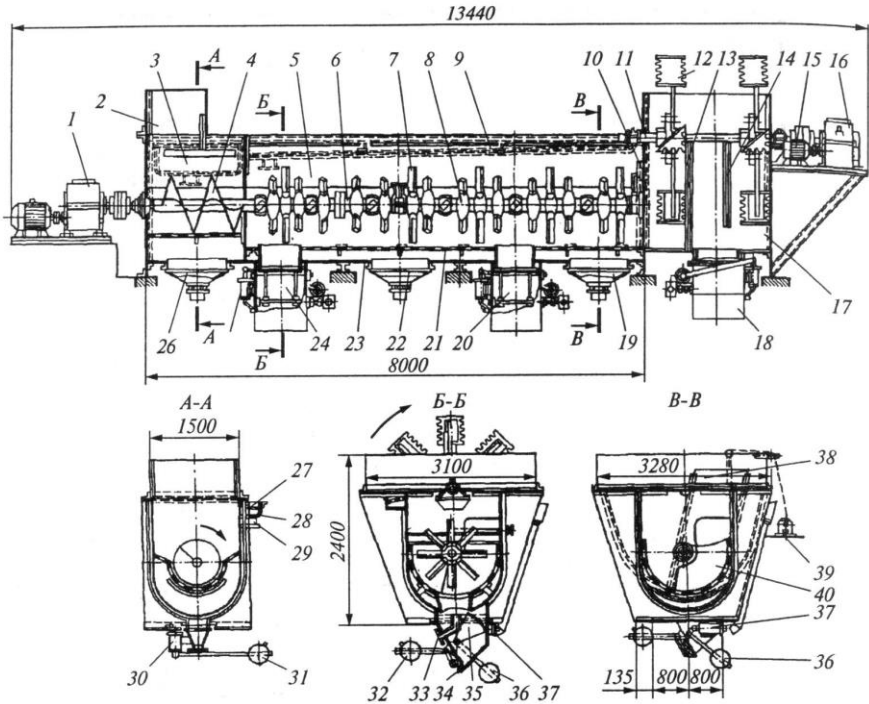


Рисунок 3.4 – Бурякомийка КМЗ-57М: 1 – редуктор; 2 – лоток; 3 – приймальна частина; 4 – шнек; 5 – миюча частина; 6 – вал; 7 – кулачки; 8 – муфти; 9 – жолоб; 10; 13; 14 – перегородки; 11 – вал; 12 – ковші; 15 – електродвигун; 16 – редуктор; 17 – викидаюча частина; 18; 20; 24 – каменевловлювачі; 19; 22; 26 – пісковловлювачі; 21 – перфороване днище; 23 – суцільне днище; 25; 30; 37 – гідроциліндри; 27 – перфороване днище; 28 – суцільне днище; 29 – штуцер відводу води; 31; 32; 36 – противаги; 33 – труба для води; 34 – кришка; 35; 38 – шибері; 39 – лебідка; 40 – отвір

Для видалення важких домішок від буряків в мийній і вивантажувальних частинах знаходяться каменевловлювачі 18, 20 і 24. Каменевловлювачі являють собою кишені, нижні отвори яких мають кришки

34, які відкриваються за допомогою гідроциліндрів 25 і закриваються противагами 32. Верхній отвір каменевловлювачів закривається сектороподібним шибером 35 за допомогою гідроциліндра 37 і утримується в відкритому стані противагою 36. В робочому положенні каменевловлювача сектороподібний шибер відкритий, а нижня кришка закрита. Пісок і відмитий ґрунт від буряків через перфороване дно мийної частини бурякомийки поступає в пісковловлювачі 19, 22 і 26, кришки яких при очищенні відкриваються гідроциліндрами 30 і закриваються противагами 31. Для того щоб в каменевловлювач разом з важкими домішками не попадали буряки, по трубі 33 підводиться вода під тиском 0,4 – 0,5МПа. Принцип дії бурякомийки наступний. Буряки поступають через лоток 2 на шнек і далі – в мийне відділення, де кулачками переміщуються до викидної частини. Для кращого відділення забруднень з поверхні буряків кулачки в передній частині вала встановлені на меншій відстані один від одного, а для переміщення буряків до викидаючої частини, вони розміщені на валу по гвинтовій лінії. Для кращого видалення піску і землі, які накопилися між суцільним і перфорованим днищами, через барботери подають воду під час очищення пісковловлювачів.

Буряки із мийного відділення через отвір в перегородці 10 поступають в перше відділення викидаючої частини. Кількість буряків, які поступають, регулюється шибером 38. Буряки із першого відділення вивантажувальної частини ковшами 12 перекидаються в друге відділення, де проходять кінцеве ополіскування водою і вивантажуються ковшами на водовідділювач. Так як ковші не доходять до дна вивантажувальної частини мийки, вони не захоплюють камені, які відділилися, і ці камені направляються в каменевловлювач.

В миючій частині бурякомийки легкі домішки спливають на поверхню води, яка знаходиться на рівні 300 – 400мм вище кулачків. В одній із стінок корпусу бурякомийки встановлюють жолоб 9 з перфорованим 27 і суцільним 28 днищами. В цей жолоб через щілини в стінці мийки попадають легкі домішки з поверхні води за допомогою струменів води, які витікають з отвору труби, розміщеної біля протилежної сторони мийки. Легкі домішки затримуються на перфорованому днищі жолоба і періодично видаляються, а вода, яка поступає в жолоб з домішками, відводиться через штуцер 29.

Поряд із описаною машиною на вітчизняних заводах застосовують мийні машини КМЗ-57; СКМ-3М; СКД-6.

### **3. Обладнання для миття тари.**

В харчових виробництвах використовується герметична металева, скляна і негерметична (дерев'яні бочки і ящики, картонні коробки, паперові пакети і мішки) тара. Із перерахованих видів тари миттю підлягає металева, скляна і дерев'яна тара.

Для миття циліндричних металевих банок використовують камерну установку (рис. 3.5). В цій установці банки котяться по направляючих кутниках 2, кут нахилу який можна змінювати по відношенню до корпусу 1.

Для миття різних за висотою банок передбачена можливість зміни віддалі між кутниками. Пара і вода подаються відповідно в паровий 3 і водяний 4 барботери для обробки внутрішньої поверхні банок по ходу їх переміщення в корпусі. Зовнішня поверхня банок піддається шпарці. Вода, що стікає з банок попадає в кінічну ємкість 5 і виводиться в каналізацію. При огляді камери кришку 6 відкидають. Продуктивність установки залежить від кута нахилу направляючих і підпору, що створюється потоком банок, які поступають із вертикального жолоба.

Також для миття металічних банок використовують машини А9-ОМА, МЖУ-125М, АУ-КМС „Гайфун”, А9-КМ2.

Для миття скляних банок використовують машини І2-КАМ-6, СП-60М, СП-70, СП-72.

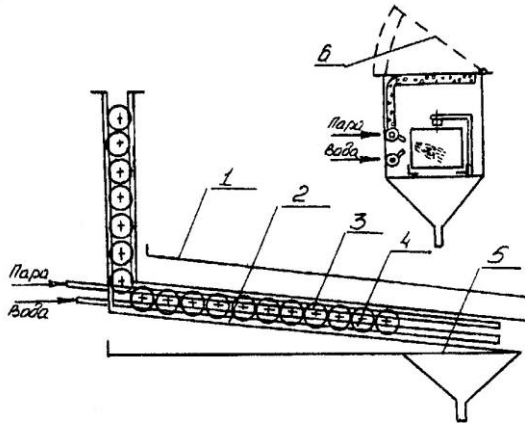


Рисунок 3.5 – Камерна установка для миття металевих банок: 1 – корпус; 2 – направляючі кутники; 3 – паровий барботер; 4 – водяний барботер; 5 – ємкість; 6 – кришка

Найбільш поширеною є пляшкومیя машина АММ-6 (рис. 3.6). В зварному корпусі 1 машини знаходяться відмочувальні ванни 2 і 22 та відділи теплої води і лужного розчину. В середині корпусу змонтований транспортер пляшконосія 5. В передній частині корпусу розміщені подаючий 9 і відвідний 11 транспортери, накопичувач пляшок, виконаний у вигляді рольганга з розподілювачами, пристрій ланцюгового типу для завантаження пляшок. На корпусі кріпиться пристрій для вивантаження пляшок 12.

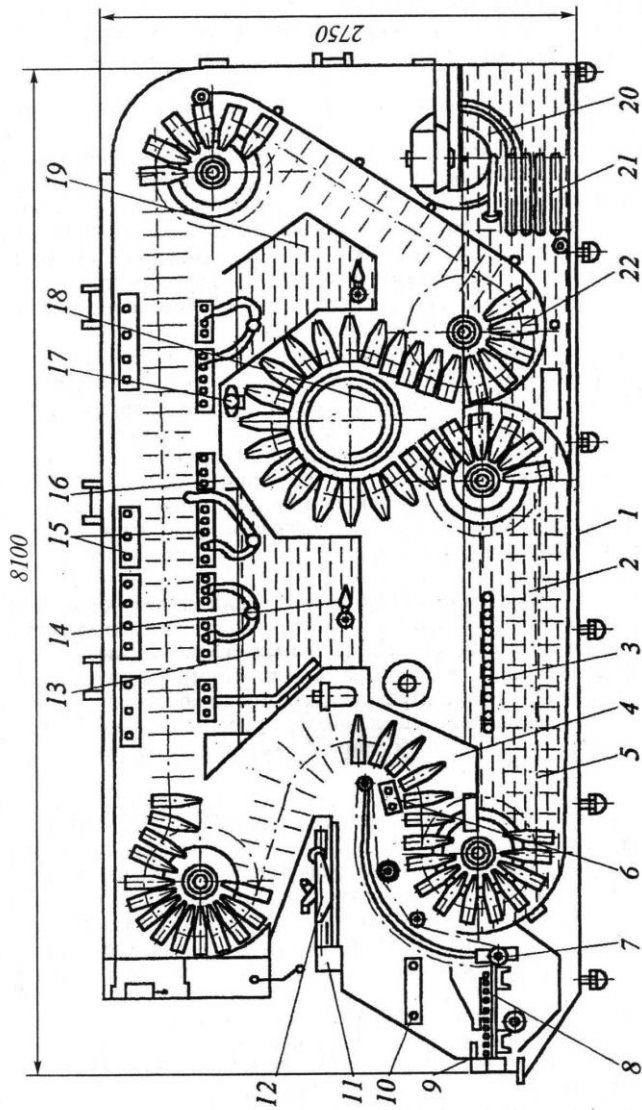


Рисунок 3.6 – Пляшкомийна машина АММ-6: 1 – корпус; 2; 22 – відмочувальні ванни; 3; 21 – підтривачі; 4 – піддон для брудної води; 5 – транспортер пляшконосія; 6 – труби; 7 – пристрій завантаження пляшок; 8 – накопичувач пляшок; 9 – подаючий транспортер; 10 – пристрій попереднього обмивання; 11 – відвідний транспортер; 12 – пристрій вивантаження пляшок; 13 – відділення зворотної води; 14 – барботер; 15 – пристрій для миття луттом і водою; 16 – піддон гарячої води; 17 – пристрій для змивання етикеток; 18 – жолоб; 19 – відділення з лужним розчином; 20 – сітчастий барабан

На машині встановлені три насосні установки: одна – для змивання відмоклик етикеток і створення направленої руху лужного розчину в відмочувальній ванні в сторону барабана етикетковідбірника, друга для миття пляшок лужним розчином, гарячою, теплою і водопровідною водою. В першій лужній ванні 2 знаходиться підігрівач 3, а в другій – підігрівач 21. Особливістю роботи машини є тривале відмочування пляшок в першій лужній ванні, після якої проводиться змивання етикеток. Етикетковідбірник складається із жолоба 18, сітчастого барабана 20, який обертається, і до якого потоком лугу притискуються етикетки, вентилятора для збивання етикеток і лотка для їх збирання.

Падаючим транспортером пляшки поступають на накопичувач 8, де обмиваються теплою водою, яка подається із відсіку до пристрою 10 для попереднього обмивання. Пристроєм 7 пляшки завантажуються в гнізда пляшконосіїв. Вода із пляшок разом із змитими забрудненнями при русі транспортера пляшконосіїв зливається в піддон 4.

Для більш ефективного підігрівання пляшки перед поступанням у відмочувальну ванну обмиваються ззовні гарячою водою, яка поступає із піддона 16 в труби 6. В ванні відбувається відмочування забруднень і етикеток в лужному розчині. Змиті в пристрої 17 етикетки направляються жолобом 18 до барабана 20 етикетковідбірника і вентилятором здуваються в лоток. В відмочувальній ванні і на похилій вітці транспортера пляшконосіїв продовжується відмочування забруднень в лужному розчині у відділенні 19. Встановлений у відділенні зворотної води 13 барботер 14 забезпечує необхідну турбулізацію потоків води.

На верхній вітці транспортера пляшки піддаються багаторазовому внутрішньому шприцюванню і зовнішньому споліскуванню лужним розчином, гарячою, теплою і водопровідною водою за допомогою пристрою 15 для миття лугом і водою. Вимиті пляшки вивантажуються на відповідний транспортер 11. Температура миючих рідин регулюється автоматично.

Для миття ящиків застосовують дуже прості конструкцією ланцюгові лійні машини.

#### **Лекція 4: Технологічне обладнання для сортування сировини**

- 1. Обладнання для калібрування сировини.*
- 2. Обладнання для просіювання сипкої сировини.*

##### **1. Обладнання для калібрування сировини.**

Калібрувальні машини служать для розділення штучних продуктів на групи з приблизно однаковими розмірами за формою і масою.

Розрізняють прямий і непрямий шляхи ведення процесу. В першому випадку – порівнюють розміри сировини та отвору. В другому – на кореляційні залежності маси від розмірів:

$$m=A d^n, \quad (4.1)$$

де  $A$  і  $n$  – постійні для даного виду сировини.

У машинах з прямим рухом ведення процесу калібрування процес розділення здійснюється шляхом переміщення каліброваного продукту вздовж щілини змінного січення. Непрямий шлях розділення забезпечується через вагові пристрої.

Існуючі калібрувальні машини за конструкцією калібрувальних пристроїв поділяють на такі типи: барабанні, стрічкові, шнекові, вібраційні, дискові, валкові, тросові, вагові і комбіновані.

Тросовий калібрувальний пристрій (рис. 4.1, а) складається із двох рухомих непаралельно розміщених тросів. Продукт випадає на транспортер за умови  $s > d$ . Тросова калібрувальна машина має шість пар тросів. Зверху показано положення плода, коли він лежить на рухомих тросах, відстань між центрами яких менше розміру плода. Коли відстань між тросами переважає діаметр плода, плід падає в збірник.

Шнековий калібрувальний пристрій (рис. 4.1, б) складається із двох шнеків, які обертаються в протилежні сторони і мають постійний крок та діаметр, який зменшується. Щілина в формі набору сферичних поверхонь зростаючого радіуса забезпечує орієнтування продукту кулястої форми.

Валково-ступінчатий пристрій (рис. 4.1, в) складається з двох валків, які обертаються в протилежних напрямках. Для забезпечення поступального руху калібрувального продукту валки можна нахилити на кут до  $15^\circ$ . Комплект, який складається із п'яти пар ступінчастих або шнекових валів різних розмірів, забезпечують калібрування плодів і овочів, різних за формою і величиною.

Конічний калібрувальний пристрій (рис. 4.1, г) складається із двох конічних гладких валків, які обертаються назустріч один одному. Калібруючий ефект забезпечується за рахунок постійного збільшення відстані між валками.

Послідовне встановлення калібрувальних пристроїв дозволяє калібрувати за двома розмірами: не тільки за товщиною, але і за довжиною що вимагається при калібруванні огірків.

В валково-стрічкових калібрувальних (рис. 4.1, д) пристроях отвори утворюються ступінчастим валиком і похило змонтованим стрічковим транспортером. Він складається із ступінчастого валика, який обертається крізь осі і розміщеного під кутом  $35^\circ$  стрічкового транспортера.

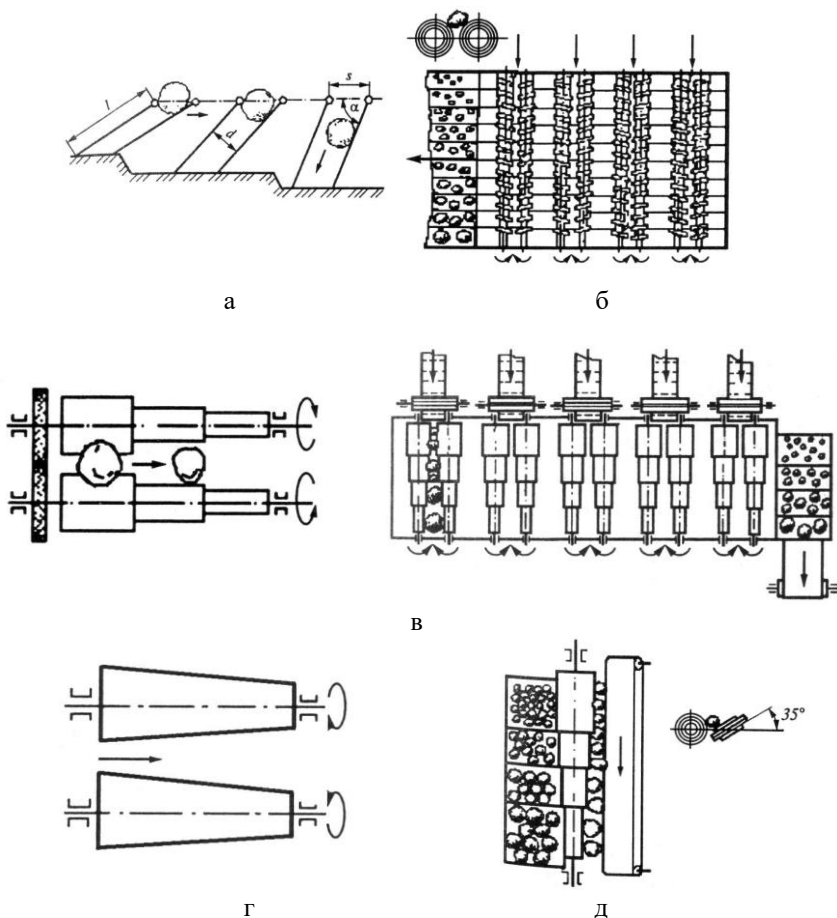


Рисунок 4.1 – Схема пристроїв калібрування: а) тросовий; б) шнековий; в) валково-ступінчастий; г) конічний; д) валково-стрічковий

Стрічкові калібрувальні пристрої (рис. 4.2) являють собою послідовно змонтовані під нахилом стрічкові транспортери з отворами різних діаметрів. Продукт, попадаючи на стрічки транспортера в отвір свого діаметра, розділяється на три групи. Взамін стрічки можуть використовуватися вібраційні полотна або одне полотно, розділене по ширині на зони з різними отворами.

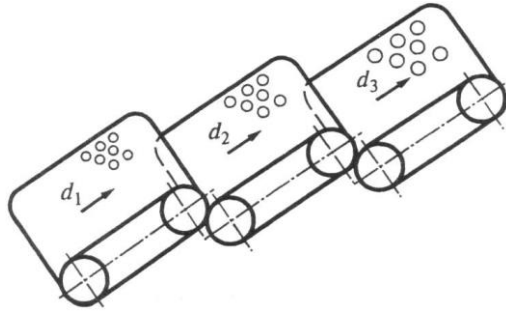


Рисунок 4.2 – Стрічковий калібрувальний пристрій

Вібраційні калібрувальні пристрої (рис. 4.3) застосовуються для калібрування картоплі та інших твердих плодів.

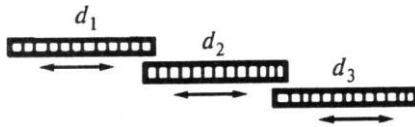


Рисунок 4.3 – Вібраційний калібрувальний пристрій

Барабанні калібрувальні машини являють собою барабани, які обертаються, з отворами на поверхні. Вісь барабанів може бути нахилена до горизонталі, а всередині приварена гвинтова напрямлююча для більш рівномірного розподілу продукту по сітчастому циліндрі. Поверхня розділена на зони з отворами зростаючих розмірів, які мають різну форму: круглу, овальну. Плід попадає в отвір барабану і падає в збірний лоток, а потім відводиться на подальшу переробку. Барабанні калібрувальні машини призначені для розділення овочів і плодів, в основному які мають тверду консистенцію, наприклад картоплі на декілька розмірів.

Різновидом барабанних машин (рис. 4.4) є паралельно змонтовані перфоровані барабани 3, які обертаються, між якими є плоска похила поверхня 2. Плід попадає в отвір барабану і падає в збірний лоток 1 всередині барабану, а потім відводиться на наступну переробку. Більш великі плоди попадають на наступний барабан і т.п.

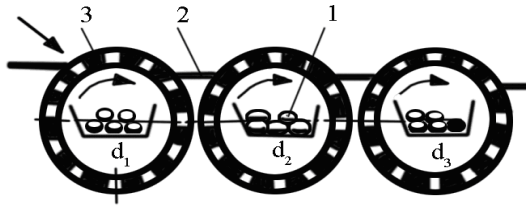


Рисунок 4.4 – Барабанный калібрувальний пристрій: 1 – лоток; 2 – похила поверхня; 3 – перфоровані барабани

Дискові калібрувальні пристрої (рис. 4.5) складаються із корпусного диска 2, який обертається, і продовговатих ребер 3 та 4, розмішених над диском так, що утворюють отвори діаметрами  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ . Розміри отворів можуть регулюватися зміною положення ребра над поверхнею диска.

Плоди 1 попадаючи на поверхню диска, виштовхуються в отвори між ребрами і поверхнею диска.

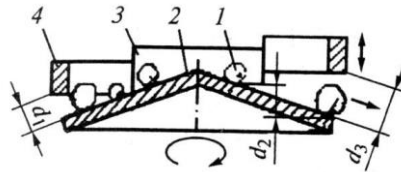


Рисунок 4.5 – Дисковий калібрувальний пристрій: 1 – плід; 2 – диск; 3; 4 – ребра

Калібрування майже всіх видів плодів і овочів виконує універсальна калібрувальна машина зі змінними робочими органами (рис. 4.6).

Машина складається зі станини 1, завантажувального пристрою 5, головки калібрування 2, збірників для відкаліброваного продукту 8, транспортерів і приводу. Завантажувальний бункер 5 розміщений над п'ятьма вузькими нахиленими стрічковими транспортерами 4, які мають скребки. Скидачі 3, що обертаються, подають продукт до головки калібрування 2, яка закріплена за допомогою кронштейна на станині 1. Тут розміщені п'ять пар ступінчатих валиків 7, які обертаються один одному назустріч. Комплект, який складається зі ступінчатих і шнекових валиків різних розмірів, калібрує плоди й овочі, різні за формою і величиною. Залежно від форми продукту ступінчасті валики можна нахилити на кут до  $18^\circ$ , забезпечуючи при цьому поступальний рух продукту.

Із головки калібрування плоди випадають в збірники 8, при цьому чим більша відстань між завантажувальним бункером і плодами, тим більшого розміру плоди знаходяться в збірниках, оскільки більша щілина розміщена над ними. В міру завантаження збірника плодами одного розміру він завантажується на стрічковий транспортер 9, який відправляє їх на укладку в тару.

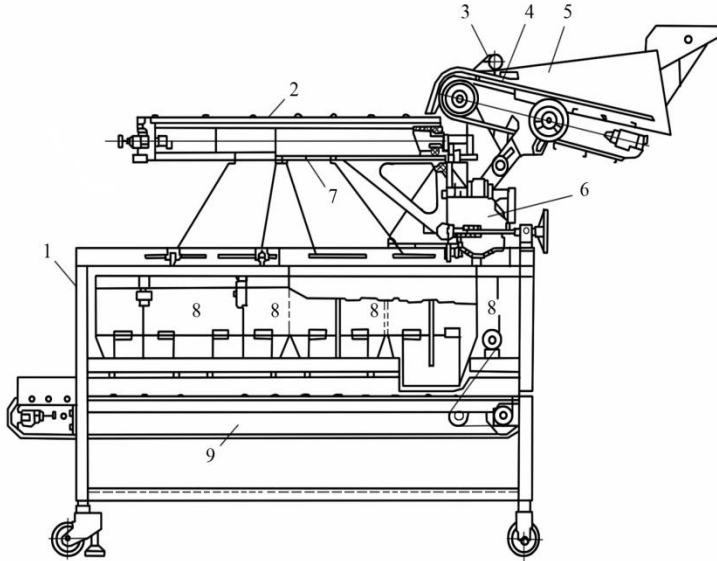


Рисунок 4.6 – Універсальна калібрувальна машина: 1 – станина; 2 – калібрувальна головка; 3 – скидачі; 4 – вузькі стрічкові транспортери; 5 – завантажувальний бункер; 6 – привід; 7 – ступінчаті валки; 8 – збірники для відкаліброваного продукту; 9 – стрічковий транспортер

У вагових калібрувальних машинах калібруючий пристрій складається із приймальної чаші і вагового механізму.

Залежно від принципу дії вагового пристрою вагові калібрувальні машини поділяються на два типи. В машинах першого типу (рис. 4.7) чаша 6 кріпиться шарнірно до дволанцюгового транспортера 4. Вздовж транспортера спеціально встановлені вагові пристрої у вигляді двоплечого важеля з вантажем 2 на одному кінці, ножем 1 на іншому. Під час руху опорний палець 3 чаші 6 ковзає по направляючій 5. В розривах направляючої 5 розміщені ножі 1 вагового пристрою. Якщо момент сили, який створюється чашею з плодом, перевищить момент вантажу, ніж разом з пальцем опускається, чаша перевертається і плід викидається у приймальник.

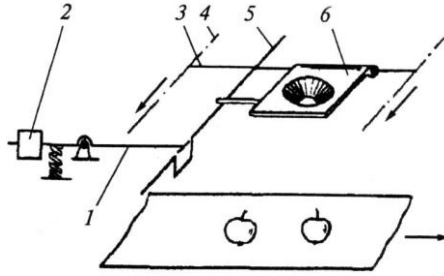


Рисунок 4.7 – Схема вагового пристрою із стаціонарними механізмами: 1 – ніж; 2 – вантаж; 3 – опорний палець; 4 – дволанцюговий транспортер; 5 – направляюча; 6 – чаша

В машинах другого типу (рис. 4.8) ваги і чаша об'єднанні в один рухомий вузол, виконаний у вигляді важеля коромисла. Вантаж нерухою направляючою переміщується по важелі, створюючи змінний зрівноважувальний момент, а при досягненні визначеного співвідношення чаша перевертається і плід випадає в лоток. Вздовж нерухої направляючої встановлені лотки для відкаліброваних продуктів. Кут, під яким розміщується направляюча визначається за формулою:

$$\alpha = \arctg a/L, \quad (4.2)$$

де  $L$  – залежить від числа калібрів, на які потрібно розбити множину плодів;

$a$  – розмір плеча.

Вагові калібрувальні пристрої забезпечують високу продуктивність і універсальність розділення сировини на партії.

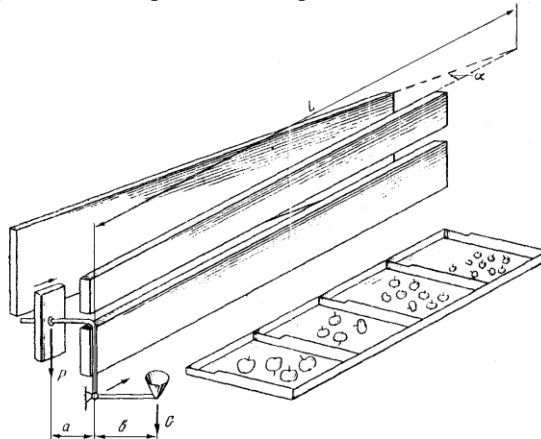


Рисунок 4.8 – Пристрій з рухомим ваговим механізмом

Найбільш поширеними серед калібрувальних машин є валково-стрічкова калібрувальна машина та універсальна калібрувальна машина із змінними робочими органами.

## **2. Обладнання для просіювання сипкої сировини.**

Процес просіювання полягає у відділенні від сипкої сировини різних домішок. Основним робочим органом просіювачів є сита. Сита бувають плоскі і барабанні. Машини з плоскими ситами мають зворотно-поступальний, круговий або вібраційний рух сит. Машини з барабанними ситами бувають з нерухомими ситами і ситами, що обертаються циліндричної або призматичної форми.

У всіх просіювачах сировина рухається по поверхні сит. Дрібні частинки, які проходять через отвори сита, називаються проходом, а крупні частинки, які залишаються на поверхні сита і сходять з нього, називаються сходом.

Сита за способом виготовлення бувають штамповані із металевих листів, і тканеметалеві та полімерні сітки. Штамповані сита виготовляються із оцинкованої листової сталі, а тканні – з сталюого низьковуглецевого термічно обробленого дроту простого або саржевого переплету, а також із шовкових та капронових ниток.

Для просіювання круп використовують крупосортувальну машину А1-БКГ-1 (рис. 4.9). Вона призначена для розділення сортувального продукту на три фракції: сміттєві домішки, крупу і подрібнені частинки з мучкою.

Станина машини має дві боковини 3, які скріплені чотирма перемичками 31. до станини на підвісках 18 прикріплюють дерев'яні ситові кузова: верхній 6 і нижній 4. В кожному ситовому кузові розміщені три змінні ситові рами 14 з плоскими ситами і металічним піддоном 32. Верхній кузов має патрубок 30 для виведення сходу (сміттєвих домішок) і лоток 29 для подачі проходу (крупа, подрібнені частинки і мучка) на нижній кузов. Він має патрубок 2 для проходу (подрібнених частинок і мучки). Ситові кузова через ексцентрики 33 і тяги 21 отримують зворотно-поступальний рух від головного вала 28, який приводиться в рух електродвигуном 23 через клинопасову передачу 22.

Сита очищаються щіточним механізмом, який складається із рами 13 з щітками 12 та кривошипно-шатунного механізму 11, який приводиться в рух від головного вала шляхом клинопасової передачі 20 і двоступінчатого циліндричного редуктора 17. Щіточні рами переміщуються на роликах 15 по направляючих 16, які закріплені на боковинах станини.

Ззовні машина закрита кожухом, який складається із верхньої обшивки 26, двох боковин 24 і двох огороджень 7 та 19. На кожній боковині кожуха зроблено по двоє з'ємних дверцят 25, а на з'ємних огородженнях 7 і 19 – по одних з'ємних дверцятах 5. У верхній частині рами встановлений тримач з

вантажним клапаном 10, двома приймальними патрубками 27 і аспіраційними патрубками 9.

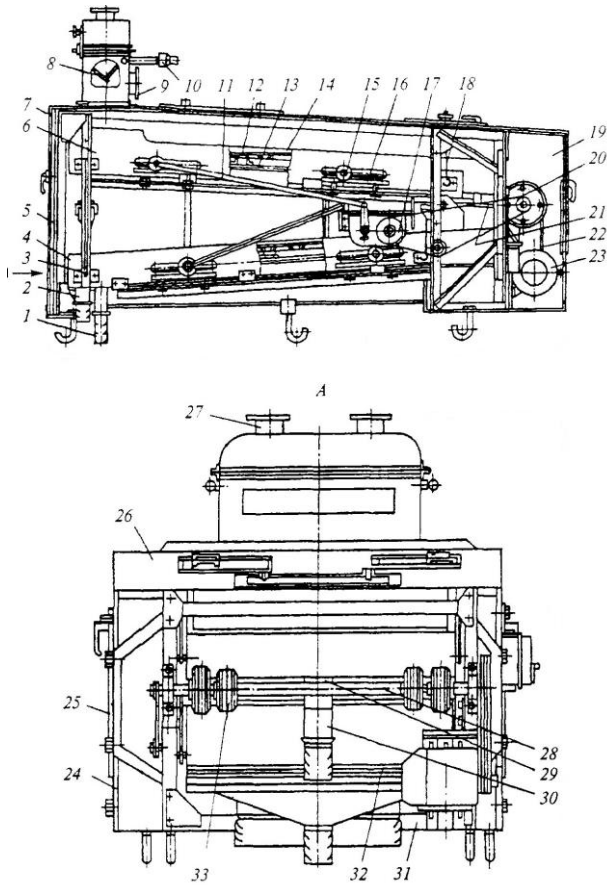


Рисунок 4.9 – Крупосортувальна машина А1-БКГ-1: 1, 2 – патрубок; 3 – боковина; 4 – нижній ситовий кузов; 5, 25 – дверцята; 6 – верхній ситовий кузов; 7, 19 – огородження; 8, 9 – аспіраційні патрубки; 10 – вантажний клапан; 11 – кривошипно-шатунний механізм; 12 – щітки; 13 – рама; 14 – ситова рама; 15 – ролики; 16 – направляючі; 17 – циліндричний редуктор; 18 – підвіски; 20, 22 – клинопасові передачі; 21 – тяги; 23 – електродвигун; 24 – боковина; 26 – обшивка; 27 – приймальні патрубки; 28 – головний вал; 29 – лоток; 30 – патрубок; 31 – перемички; 32 – піддон; 33 – ексцентрик

Крупа поступає через приймальні патрубкі живильника, накопичується на вантажному клапані, розподіляється за всією його шириною і падає на сито верхнього кузова. У процесі руху крупа просіюється через отвори сита і падає на піддон, а великі сміттєві домішки ідуть сходом і через випускний патрубок виводяться із машини. Прохід через випускний лоток попадає на сито нижнього кузова. Тут крупа іде сходом і через патрубок виводиться на зовні. Дробленка і мучка проходять через отвори сита і далі по піддону направляються у вихідний патрубок.

Для просіювання борошна в цехах виробництва борошняних кондитерських виробів невеликої продуктивності використовують просіювачі типу МВПМ – 300 (рис. 4.10).

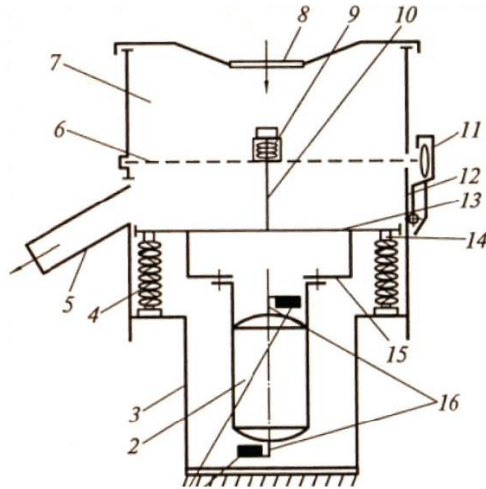


Рисунок 4.10 – Вібраційний просіювач МВПМ – 300: 1 – дисбаланси; 2 – електродвигун; 3 – основа; 4 – пружина; 5 – розвантажувальний лоток; 6 – плоске сито; 7 – бункер; 8 – завантажувальний отвір; 9 – пружина; 10 – шпилька; 11 – клямка; 12 – корпус; 13 – днище; 14 – штир; 15 – кронштейн; 16 – робочий вал

Просіювач МВПМ – 300 містить плоскі сита з вібраційним рухом. Він складається з плоского сита, корпусу, електродвигуна, завантажувального і розвантажувального пристроїв і панелі керування. Корпус 12 виготовлено у вигляді циліндра із тонколистової сталі нержавіючої сталі і розділено плоским ситом 6 на дві частини. Бункер 7 і сито з'єднані з корпусом швидкодіючими клямками 11. В центрі корпусу приварена шпилька 10. На ній насаджена пружина 9 для натягування сита. В нижній частині корпусу прикріплено розвантажувальний лоток 5. До днища 13 корпусу приварено

штирі 14, які фіксують пружини 4. Знизу приварено П-подібний кронштейн 15, до якого приєднано однофазний електричний двигун 2. На консолях робочого вала 16 встановлені дисбаланси 1.

Сито виготовлене з металічного кільця, вкритого гумою, до якого прикріплена сітка. Під час установки на корпус сито гумовою поверхнею впирається на торець корпусу, а зверху на гумовому кільці встановлено завантажувальний бункер. У зібраному стані корпус із бункером та завантажувальним отвором 8 мають вигляд робочої камери, яка розділена ситом на два відділення: верхнє – завантажувальне і нижнє – приймальне для просіяних продуктів. Робоча камера за допомогою пружин встановлюється на основу 3.

Просіювач комплектується змінними ситами: № 1,2 і 1,6 – для просіювання борошна; № 2,8 – для просіювання цукру-піску і солі; № 4 – для просіювання дроблених круп.

Принцип роботи полягає в тому, що разом з валом двигуна обертаються дисбаланси, які за допомогою пружин зумовлюють коливальний рух робочої камери. В результаті коливань камери частинки продукту просуваються крізь отвори сита і надходять в розвантажувальний лоток. Амплітуда коливань камери в процесі роботи просіювача не перевищує 1,5 – 2 мм, а частота коливань дорівнює частоті обертання вала електродвигуна.

Просіювач встановлюється на столі. Продукти завантажуються в бункер порціями по 5 – 6 кг після вмикання електродвигуна. Робота просіювача повністю виключає можливість потрапляння органічних домішок в просіяні продукти.

На великих підприємствах боршняних виробів використовують просіювачі борошна типу МПМ-800 (рис. 4.11). Просіювач МПМ-800 складається із приводу, шнекового живильника, платформи, завантажувального бункера та просіювального механізму, який включає циліндричний корпус з розвантажувальним лотком та сито з нерухомими лопатями.

Всередині платформи 20 розміщений передаточний пристрій, який складається з двох клинопасових передач 1 і 2. Поруч із електродвигуном 3 на платформі закріплена порожниста стійка (труба) 4, в середині якої обертається шнек 5 і подає продукт в просіювальну головку 9 крізь отвір 6. Просіювальна головка складається з робочої камери 15, обертового циліндричного сита 13 із скребками 14, яке закріплене на верхній консолі шнекового живильника, хрестовини 11 з ножами для розпушування 12. Хрестовина закрита кришкою 10, що фіксується відкидними гвинтом і гайкою. На рівні днища робочої камери встановлено розвантажувальний лоток 8 з магнітним уловлювачем 7.

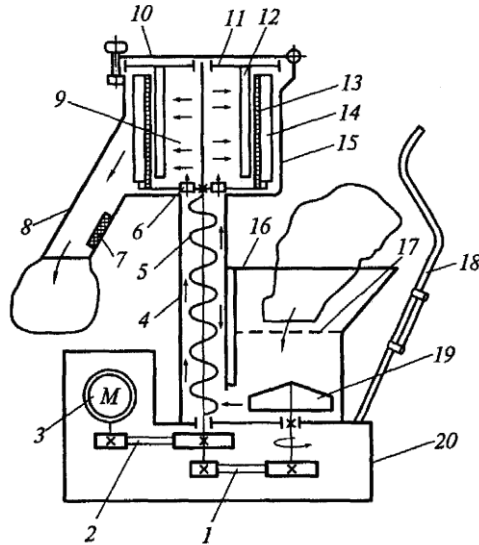


Рисунок 4.11 – Просіювач МПМ-800 з обертовим ситом: 1, 2 – клинопасові передачі; 3 – електродвигун; 4 – труба; 5 – шнек; 6 – отвір; 7 – магнітний уловлювач; 8 – розвантажувальний лоток; 9 – просіювальна головка; 10 – кришка; 11 – хрестовина; 12 – ножі для розпушування; 13 – циліндричне сито; 14 – скребки; 15 – робоча камера; 16 – завантажувальний бункер; 17 – запобіжна решітка; 18 – перекидач; 19 – крильчатка; 20 – платформа

На платформі поруч з порожнистою стійкою знаходиться завантажувальний бункер 16. Він має запобіжну решітку 17 і ручний піднімально-перекидний пристрій 18 для завантаження бункера борошном. На дні бункера розташована крильчатка 19. Машина комплектується просіювальним барабаном з ситами № 1,4 і 1,6.

При вмиканні електродвигуна за допомогою клинопасових передач рух передається шнековому живильнику, циліндричному сити і крильчатці бункера, яка подає борошно до порожнистої стійки, а далі шнеком в середину просіювальної головки. Частинки продукту, обертаючись із ситом, відкидаються до його стінок за рахунок відцентрової сили, проходять крізь отвори сита і потрапляють до нерухомої робочої камери, де скребками скидається в розвантажувальний лоток.

Грудочки борошна та інші органічні вclusions розбиваються ножами для розпушування в процесі роботи. Це може бути причиною потраплення домішок в просіяне борошно, що вважається недоліком просіювачів з обертовим ситом.

## Лекція 5: Технологічне обладнання для очищення, стерилізації і протирання сировини

1. Методи та обладнання для очищення рослинної сировини від зовнішнього покриття.
2. Обладнання для стерилізації живильного середовища.
3. Обладнання для протирання сировини.

### 1. Методи та обладнання для очищення рослинної сировини від зовнішнього покриття.

Очищення харчової сировини – це процес видалення неїстівних і малоцінних у харчовому відношенні частин продуктів. До таких частин відноситься лушпиння цибулі, шкірка картоплі, столового буряка, моркви, хрону та ін.

Очищення сировини від шкірочки здійснюється різними методами: механічним, фізичним, хімічним і комбінованим.

Механічний спосіб очищення полягає у видаленні шкірочки продуктів шляхом стирання її шорсткими поверхнями машин.

Значного поширення набули абразивні картоплечистки періодичної дії (рис. 5.1, а).

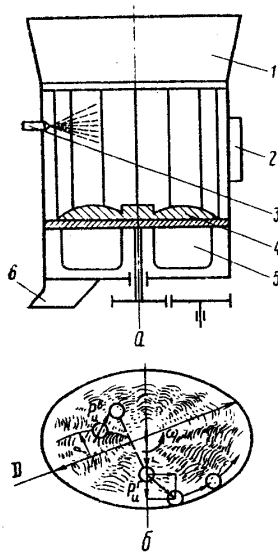


Рисунок 5.1 – Принципова схема абразивної картоплечистки періодичної дії: 1 – люк; 2 – вікно; 3 – форсунка; 4 – диск; 5 – скребки; 6 – зливний патрубок

Машина являє собою нерухому чавунну циліндричну робочу камеру, внутрішня поверхня якої має виступи і впадини, які чинять опір одночасному обертанню продукту і диска 4. поверхня диска покрита абразивною масою, яка складається з 60 % кремнію, 20 % магнезиту і 20 % соляної кислоти. Розмір зерен кремнію від 2 до 5 мм. Продукт завантажується періодично через люк 1, розвантаження здійснюється через вікно 2 під дією відцентрової сили. Для змивання зруйнованої шкірки всередину камери під напором подається вода через форсунку 3. Разом з частинками шкірки вона стікає через виймку між стінками камери і диском на дно камери, звідки скребками 5 вивозиться в зливний патрубок 6.

Під час обертання диска продукт відцентровою силою в горизонтальній площині переміщається до стінки камери (рис. 5.1, б):

$$P_r = \frac{G}{g} \cdot \omega^2 \cdot r, \quad (5.1)$$

де  $G$  – сила тяжіння,

$\omega$  – кутова швидкість диска,

$r$  – відстань від осі обертання.

Внаслідок переміщення продукту абразивна поверхня диска знімає шкірку. Потрапляючи на виступи, які є на стінках камери, продукт підкидається силою інерції у вертикальній площині баз сили тяжіння.

$$P = P_B - G = \frac{G}{g} \cdot \frac{v}{\rho_k} - G = G \left( \frac{v}{g \cdot \rho_k} - 1 \right), \quad (5.2)$$

де  $v$  – лінійна швидкість бульб,

$\rho_k$  – радіус кривизни поверхні диска.

Продуктивність картоплечистки обчислюється за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot H}{4(t_z + t_o + t_e)} \cdot \rho \cdot \varphi, \quad (5.3)$$

де  $D$  – діаметр диска,

$H$  – корисна висота робочої камери,

$t_z, t_o, t_e$  – тривалість завантаження, обробки і вивантаження.

$\rho$  – об'ємна вага продукту,

$\varphi$  – коефіцієнт заповнення корисного об'єму робочої камери.

Недоліки пов'язані з періодичністю дії дискової абразивної картоплечистки (значними відходами, пошкодженнями поверхні продукту) частково або повністю відсутні в абразивних картоплечистках безперервної дії КНА-600М (рис. 5.2). Робочими органами такої машини є 20 абразивних очисних роликів 7, надітих на 4 секції. Над кожною із секцій, розділених перегородками, встановлений душовий пристрій. Сировина рухається по роликах у воді. Вікна в перегородках розміщені в протилежних кінцях, тому продукт під напором здійснює зигзагоподібний рух. Оскільки рух проходить у воді, удари продукту об стінки послаблюються, а шкірка знімається роликками у вигляді тонких лусочок, поверхня картоплі залишається гладкою.



Робочою частиною цибулечистки є очисна камера – циліндричний сталевий корпус 1 із дном, що обертається, у вигляді диска з хвилястою поверхнею. Над диском по периметрі корпусу розміщений трубопровід 2, у який великою швидкістю компресором нагнітається стиснене повітря. Цибуля з попередньо обрізаними кінцями завантажується в бункер машини 3, звідки через дозатор 4 надходить в очисну камеру. Лушпиння відділяється під дією струменів повітря і механічного переміщення цибулі внаслідок обертання дна, відсмоктується повітрям і надходить через циклон 5 у збірний ящик для лушпиння. Очищена цибуля вивантажується через автоматичні дверцята.

Суть фізичного (термічного) способу полягає в тому, що картопля і овочі піддаються короткочасній обробці (картопля протягом 60 – 70 с, морква – 40 – 50 с, буряки – 90 с і т.д.) парою тиском 0,4 – 0,7 МПа і температурою 140 – 150°C для проварювання поверхневого шару тканини з наступним різким зниженням тиску. В результаті обробки парою шкірка і поверхневий шар тканини сировини (1 – 2 мм) проварюється і під дією перепаду тиску шкірка розтріскується та легко відшаровується. Потім сировина поступає в мийну машину, де тертя бульб між собою та гідравлічної дії струменів води тиском 0,2 МПа шкірка змивається і видаляється. Цей спосіб має ряд переваг:

- зменшення кількості відходів;
- зменшення пошкодження поверхні і підвищення ступеня очистки;
- усунення попереднього калібрування.

Парові очищувальні машини, як правило, періодичної дії.

Пароводотермічний спосіб ґрунтується на тому, що рослинна сировина послідовно піддається дії пари і води, а також механічній дії шляхом тертя бульб у процесі пропарювання й очищення. В цьому випадку необхідно калібрувати продукт.

Пароводотермічна обробка сировини містить наступні стадії:

- теплова обробка парою в чотири етапи: 1 – нагрівання, 2 – бланшування, 3 – попередня і 4 – кінцева доводка;
- водяний обробіток, який здійснюється частково в автоклаві за рахунок конденсату, що утворився, і в основному термостаті протягом 5 – 15 хв залежно від виду і розмірів сировини та мийно очисної машини;
- механічна обробка проводиться в мийно-очисній машині за рахунок тертя бульб між собою;
- охолодження під душем після обробки в мийно-очисній машині.

Хімічний спосіб полягає в обробці картоплі, овочів і деяких плодів підігрітими розчинами лугів. Сировину, призначену для очищення, завантажують в киплячий лужний розчин. У процесі обробки протопектин шкірки піддається розчепленню, зв'язок шкірки з м'якоттю порушується і вона легко відділяється і змивається водою під тиском 0,6 – 0,8 МПа в щіточних, роторних або барабанних мийних машинах протягом 2 – 4 хв. Використання лугів призводить до зменшення відходів та забезпечує хорошу якість очищення. Дуже ефективно таке очищення для білих коренеплодів і

хрону. Саме обладнання для проведення лужної обробки виготовляється у вигляді спеціальної ванни, або барабана з шнеком, проте під час цього способу важко відмити луг з поверхні овочів.

Комбінований спосіб очищення передбачає поєднання двох і більше факторів, які діють на сировину, що обробляється (пари і лужного розчину, лужного розчину і механічного очищення та ін.). Комбінований спосіб очищення забезпечується лужнопаровим агрегатом (рис. 5.4), який дозволяє зменшити кількість відходів сировини порівняно з лужним способом і зменшити витрати лугу. Агрегат для лужнопарового очищення складається з установки 1 для лужної обробки, апарату 2 для обробки парою, мийної машини 3 і ванни 4 для нейтралізації лугу. Установка для обробки сировини лугом має вигляд прямокутної ванни, всередині якої розміщений перфорований барабан з шнеком. Для прискорення підігріву розчину в нижній частині ванни розміщений барботер. Для підтримання постійної температури розчину з обох сторін ванни є змієвики, пара в які подається автоматично. Постійна циркуляція розчину забезпечується відцентровим насосом. Ванна закрита щільною кришкою і має витяжку.

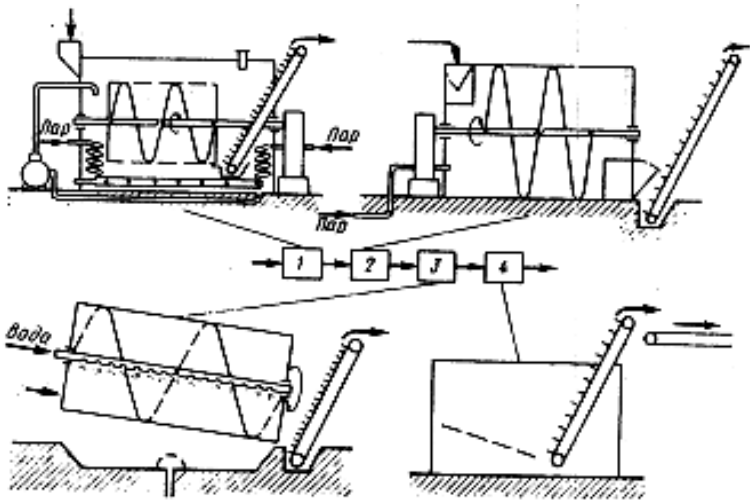


Рисунок 5.4 – Схема агрегату для лужнопарового очищення: 1 – установка для лужної обробки; 2 – апарат для обробки парою; 3 – мийна машина; 4 – ванна для нейтралізації лугу

Картопля подається в перфорований барабан, переміщається в ньому за допомогою шнека і розвантажується скребковим транспортером. Апарат для обробки парою являє собою товстостінний циліндр із корозійностійкої сталі. Всередині циліндра знаходиться шнек, частоту обертання якого можна змінювати за допомогою варіатора. Це дозволяє змінювати тривалість

перебування картоплі в апараті від 20 до 100 с. Під дією лугу і пари шкірка стає м'якою і легко змивається в мийній машині. Мийка складається з нахиленого барабана, до внутрішньої поверхні якого приварена стрічка шнека. Під час обертання барабана картопля переміщується до виходу і зрошується сильним струменем води під тиском 0,8 МПа через сопла, що розміщені в трубі, яка проходить по центру вздовж осі барабана. Після виходу із мийної машини, картопля подається у ванну з розчином біосульфату натрію концентрацією 0,5 %, що забезпечує нейтралізацію лугу, який залишився в очках бульб.

Обпал повітрям здійснюється при температурі 800 – 1300°C протягом 8 – 10 сек, в підшкірному шарі картоплі волога майже миттєво перетворюється в пару і відділяє шкірку від м'якоти бульби та розриває її. Обпал проводять у футерованих барабанах, які обертаються, і нагріваються за допомогою газу, рідкого пального, або електронагрівання.

## 2. Обладнання для стерилізації живильного середовища.

Особливе місце серед підготовчих операцій відводиться стерилізації живильних середовищ, підготовці їх до основного технологічного процесу виробництва амінокислот, вітамінів, ферментів.

Мета стерилізації – видалення небажаних мікроорганізмів. Не дивлячись на існування різних методів: механічних – фільтруванням, центрифугуванням; радіаційних – X-променями і сонячною радіацією, вони неприйнятні для великих об'ємів живильних середовищ. Фільтрування мікроорганізмів передбачає втрату життєздатності, а не фізичне їх знищення. Руйнування мікроорганізмів під дією нагрівання до певної температури відбувається із швидкістю монотонної молекулярної реакції:

$$\frac{dN}{d\tau} = -k \cdot N, \quad (5.4)$$

де  $\tau$  – час, хв.;

$k$  – питома швидкість відмирання мікроорганізмів, хв.<sup>-1</sup>;

$N$  – число життєздатних мікроорганізмів.

Якщо  $N_0$  – початкове число життєздатних мікроорганізмів при  $\tau=0$ , тоді розділивши змінні інтегрування, одержимо число мікроорганізмів в будь який момент часу

$$N = N_0 \cdot e^{-k\tau}. \quad (5.5)$$

На виробництві поширений термін – час десятичної редукції  $D$ , що означає час нагрівання, протягом якого початкове число життєздатних мікроорганізмів зменшується в 10 раз:

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{10} e^{-k\tau}, \quad (5.6)$$

звідки

$$D = \frac{2,303}{k} \quad (5.7)$$

Схему стерилізаційної установки для безперервної стерилізації живильного середовища наведено на рис. 5.5.

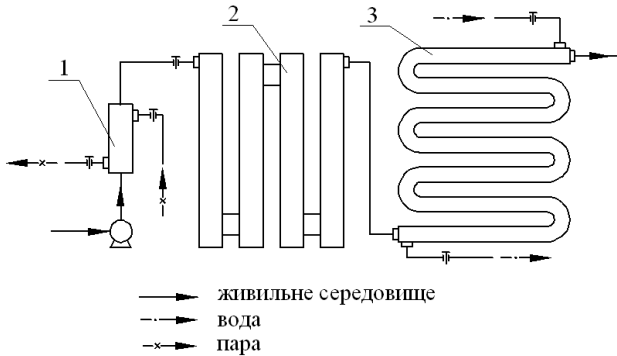


Рисунок 5.5 – Схема установки для безперервної стерилізації живильного середовища: 1 – стерилізаційна колона; 2 – витримувач; 3 – охолоджувач

В середині циліндричного корпусу стерилізаційної колони 1 встановлено стакан, який має 300 отворів діаметром 2 мм, просвердлених у гвинтовій фасці, виточеній на зовнішній поверхні стакана. В кільцевий простір між корпусом і стаканом подається пара, яка проходячи через отвори, нагріває потік середовища, закручуючи його. Для створення турбулентного потоку в стерилізаційній колоні потрібно вставляти мішалки.

Нагріте до температури стерилізації живильне середовище поступає у витримувач безперервної дії 2. Після витримки живильне середовище подається в охолоджувач для охолодження. В якості охолоджувача застосовують теплообмінник типу “Труба в трубі”.

### 3. Обладнання для протирання сировини.

Протирання – це процес відділення маси плодоовочевої сировини від кісточок, насіння, шкірочки шляхом продавлювання на ситах через отвори діаметром 0,7 – 5 мм.

У процесі протирання маса, яка переробляється, попадає на поверхню рухомого біла. Під дією відцентрової сили вона притискується до робочого сита. Напівфабрикат через отвори сита проходить у збірник, а відходи під дією сили обумовленої китом випередження бил, переміщуються до виходу з робочого сита.

Протирочні машини класифікуються за наступними ознаками:

- за числом барабанів – одинарні, здвоєні і потрійні;

- за принципом дії – бильні і безбильні;
- за формою барабанів – з циліндричним або конічним барабаном;
- за призначенням – для насінневих плодів, для кісточкових плодів і універсальні;
- за способом регулювання продуктивності – з змінним зазором між білами і барабаном, з змінним кутом випередження бил, з змінною частотою обертання ротора.

Основні конструктивні схеми протирочних машин наведені на рис. 5.6.

Класичною конструкцією машин для протирання сировини є машина КТУ-М (рис. 5.7). Вона призначена для протирання помідорів, насінневих і кісточкових плодів.

Основними робочими органами машини є біла 4 і корзина 3, які змонтовані на станині 1. Корзина являє собою циліндричний барабан, який складається із двох половин: верхньої – суцільної і нижньої – ситової. Подаючий шнек 8 і гвинтова лопать 6 знаходяться на загальному валу 9. Біла 4 прикріплені до вала, який обертається. На торцях корзини розміщені закриті стійки: вхідна, яка закривається завантажувальним бункером, і вихідна, яка прикріплена до задньої ніжки. Зверху корзина закрита кожухом 5, а під корзину заходить бункер 2 для протертої маси.

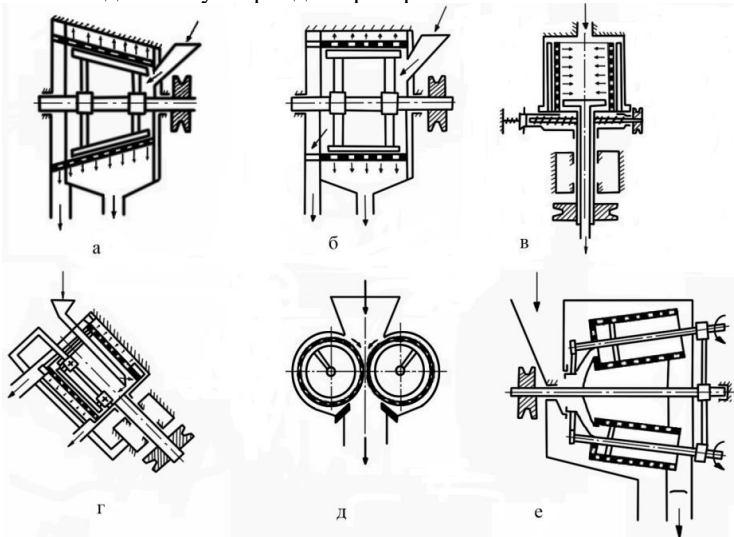


Рисунок 5.6 – Основні конструктивні схеми протирочних машин: а – з конічним ситовим барабаном; б – з циліндричним ситовим барабаном; в – з вертикальним ситовим барабаном, який обертається, при зовнішній подачі сировини; г – з похилим ситовим барабаном, який обертається і внутрішньою подачею сировини; д – двохбарабанна безбильна; е – трьохбарабанна безбильна

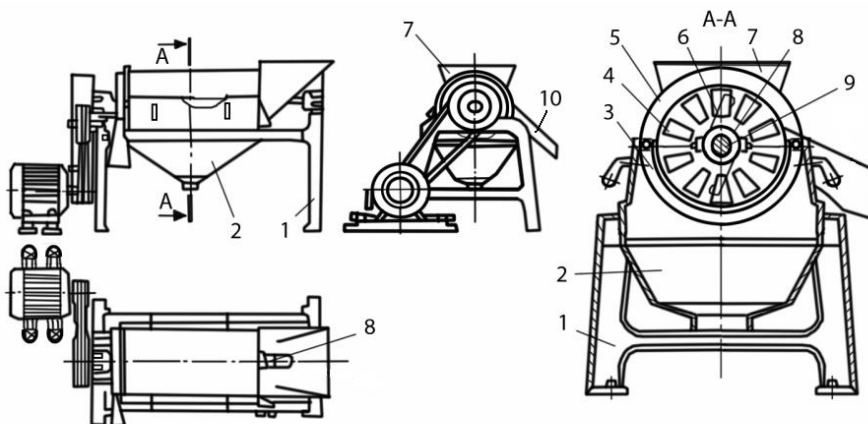


Рисунок 5.7 – Універсальна протирочна машина КПУ-М: 1 – станина; 2 – бункер для протертої маси; 3 – корзина; 4 – біла; 5 – кожух; 6 – лопать; 7 – бункер; 8 – шнек; 9 – вал; 10 – боковий люк

Продукт, який переробляється, подається в бункер 7 і шнеком і шнеком переміщається вздовж осі до лопатей. Під дією лопатей, які обертаються, маса перетворюється в тістоподібну суміш і в такому вигляді поступає крізь секторне кільце в корзину. Біла захоплюють тістоподібну масу, надають їй обертового руху, і під дією відцентрової сили та тиску бил м'яка частина маси продавлюється через сито і попадає в збиральний бункер.

Шкірочка, насіння і кісточки видаляються через боковий люк

## **Лекція 6: Технологічне обладнання для переробки сировини і напівфабрикатів розділенням**

1. *Класифікація обладнання для механічної переробки продуктів і напівфабрикатів розділенням.*
2. *Обладнання для здрібнення харчових продуктів різанням.*
3. *Обладнання для дробіння харчових матеріалів.*
4. *Гомогенізатори.*

### **1. Класифікація обладнання для механічної переробки продуктів і напівфабрикатів розділенням.**

Розділення в харчовій промисловості застосовується для отримання однорідних фракцій сировини, напівфабрикатів і готових продуктів. Як різновид технологічного процесу розділенням можна рахувати процеси подрібнення (різання, розділення, розтирання), просіювання, калібрування,

фільтрування і сепарування. Під час цього отримують продукти очищені від домішок (просіювання), певних розмірів, форм і калібрування, які відрізняються структурно-механічними властивостями (фільтрування, сепарування, центрифугування).

Подрібнення застосовується для надання харчовій сировині або напівфабрикатам певної форми або заданих геометричних розмірів. Подрібнення харчових продуктів може здійснюватися різанням, роздавлюванням, розтиранням або ударом.

В залежності від початкового ( $d_n$ ) і кінцевого ( $d_k$ ) розмірів найбільших частинок умовно розрізняють наступні види подрібнення:

	$d_n$ , мм	$d_k$ , мм
Крупне	1500 – 150	250 – 40
Середнє	250 – 40	25 – 6
Дрібне	25 – 6	6 – 1
Тонке	10 – 1	0,5 – 0,075

Залежно від структури і фізико-хімічних властивостей харчового продукту вибирають і відповідні види подрібнення: для рослинної сировини – розтирання, різання, удар; для крихких продуктів – роздавлювання, удар. Роздавлювання застосовується при крупному і середньому подрібненнях, а розтирання – при тонкому.

Залежно від переважання того чи іншого способу подрібнення обладнання може бути ріжучої дії (ріжучі машини), розтираючої і роздавлюючої дії (валкові, дискові, кулькові млини), ударної дії (молоткові, штифтові, ножові, дробарки) і щільної дії (гомогенізатори, гідродинамічні перетворювачі).

Основні способи подрібнення харчових продуктів наступні:

а) роздавлювання, при якому тіло під дією вантажу деформується по всьому об'єму, частинки, які одержуються під час такої дії мають різні розміри і різну форму (валкові дробарки);

б) розколювання, коли тіло розпадається на частинки в місцях концентрації напружень, які викликаються клиноподібними робочими органами подрібнення;

в) розламування, коли тіло розкладається під дією моментів сил на згин;

г) розтирання, коли під дією сил стискання і тангенціальних сил одержують дрібний порошкоподібний продукт;

д) удар, коли тіло розпадається на частинки під дією динамічного навантаження (молоткові дробарки).

## **2. Обладнання для здрібнення харчових продуктів різанням.**

Різання харчової сировини – це різновид способу руйнування матеріалів. Який характеризується виконанням технологічного процесу

розділення продуктів ріжучим інструментом на частини з певним, наперед заданим розміром і якістю поверхневого зрізу.

Ріжуче обладнання може функціонувати як окрема машина, наприклад процес подрібнення в м'ясній і овочепереробній промисловості, так і в якості складової частини комплексу машин і автоматів.

Основним робочим органом ріжучих машин є ножі. Вони можуть бути:

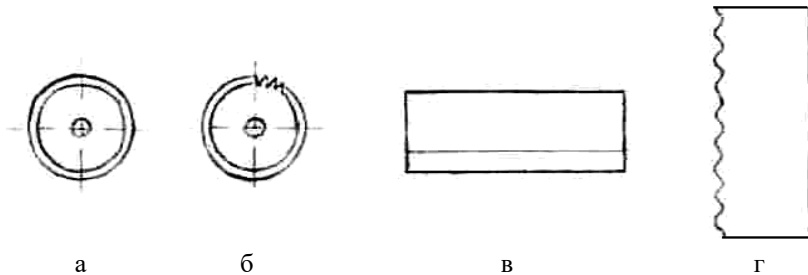
а) круглі і дискові ножі (рис. 6.1, а, б), які використовують головним чином для різання пластичних і м'яких матеріалів (м'ясо, риба, тісто). Колова швидкість ножа в основному 10 – 80 м/с, доцільний кут різання складає 8 – 15°. Дискові ножі зручні тим, що при відповідному конструктивному оформленні втягують матеріали, які розрізаються, в зону різання;

б) плоскі ножі (рис. 6.1, в) широко застосовуються в харчовій промисловості. Працюють вони, як правило, за принципом різання тиском або ножиць. На силу різання впливає товщина ножа, яка повинна бути якомога меншою, і кут заточування леза ножа, оптимальні значення якого знаходяться в межах 12 – 20°;

в) стрічкові ножі (рис. 6.1, г) застосовують для різання хліба та інших виробів із борошна в гарячому стані. Швидкість нескінченного контуру стрічкового ножа може дорівнювати 5 – 10 м/с, оптимальна товщина стрічкових ножів – 1 мм;

г) шаблевидні (рис. 6.1, д) ножі використовуються перш за все для поперечного різання згупоподібних матеріалів і для подрібнення риби, м'яса, овочів під час переробки. Їх товщина 2 – 5 мм і кут нахилу леза в межах 8 – 12°;

д) ріжучий дріт (струна) (рис. 6.1, е) – ефективний орган розділення, який за якістю різання відповідає ножам з тупим лезом. Він може бути використаний для різання матеріалів в'язко-пластичної гомогенної структури (масло, маргарин) або крихких, таких як вафлі. Діаметр ріжучого дроту – 0,2 – 2 мм.



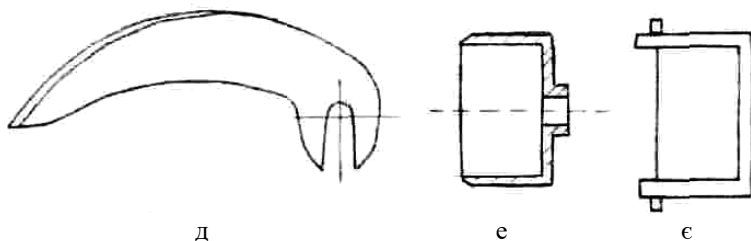


Рисунок 6.1 – Основні форми ножів: а) гладкий дисковий; б) зубчастий дисковий; в) гладкий плоский; г) зубчастий стрічковий; д) шаблеподібний; е) горшкоподібний; є) ріжуча струна

За формою ріжучої поверхні леза бувають зубчасті, хвилеподібні, гладкі, односторонні, двосторонні (рис. 6.2).

Ріжучі машини застосовують у хлібопекарному, консервному, цукровому, м'ясопереробному, лікєро-горіччаному виробництвах для подрібнення буряків, моркви, картоплі, м'яса, м'ясопродуктів, трав та ін. Найбільшого поширення у харчовій промисловості набули дискові і відцентрові машини різання, вовчки і куттери.

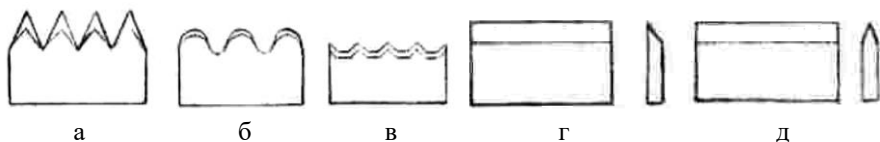


Рисунок 6.2 – Основні форми лез ріжучого інструменту: а) гостре зубчасте; б, в) дугоподібне зубчасте; г) гладке односторонньої заточки; д) гладке двосторонньої заточки

Дискові ріжучі засоби мають один ніж, або комплекс ножів, які встановлюються на одному або декількох паралельних валах. Продукт подається до ножів самопливом, або примусово. В першому випадку матеріал втягується до леза ножів силами тертя зчеплення, які виникають на поверхнях контакту, або під дією сил, передбачених конструкцією, або формою ріжучого леза ножів. Для примусової подачі продукту у багатодискових машинах використовують транспортери.

Для подрібнення жиру-сирцю призначена саморізка (рис. 6.3, а), яка складається з корпусу 7, завантажувального бункера 4 і двох паралельних валів 3 і 5. На першому закріпленні дискові ножі 2 з проміжними шайбами 1 і гайками для затягування, на другому порожнистий барабан 6 з кільцевими ривчачками для лез ножів. Колова швидкість ножів у 3 – 5 разів більша від колової швидкості барабана, який служить живильником. Ця різниця

швидкостей забезпечує розрізування сировини. Колова швидкість барабана дорівнює швидкості подачі матеріалу. Для очищення робочих поверхонь від прилиплих кусочків сировини встановлені скребки.

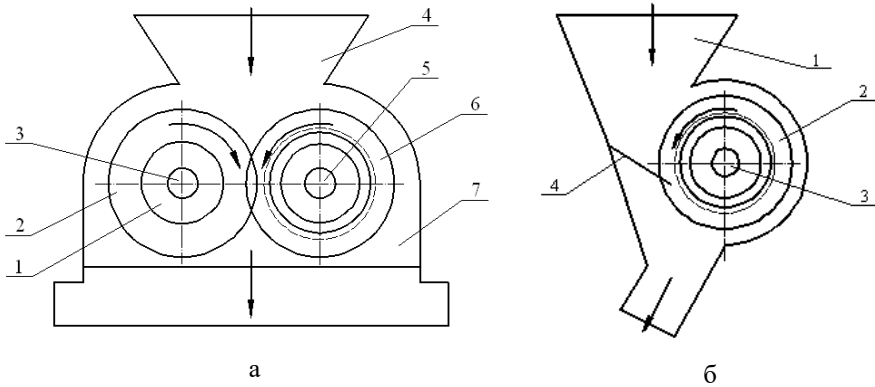


Рисунок 6.3 – Схеми багатодискових різальних машин: а) саморізка для подрібнення жиру сирцю: 1 – проміжна шайба; 2 – дискові ножі; 3, 5 – вали; 4 – завантажувальний бункер; 6 – барабан; 7 – корпус; б) багатодискова м'ясорізка: 1 – корпус; 2 – дискові ножі; 3 – вал; 4 – гребінець

Багатодискові м'ясорізки (рис. 6.3, б) використовують для розрізування кусків м'яса на смуги певної ширини. В корпусі 1 із завантажувальним бункером змонтовані вал 3 з дисковими ножами 2 і направляючий гребінець 4.

Для різання сухарних пшеничних плит на шматки використовується хліборізальна машина А-2ХРЗ-П (рис. 6.4). Схему приводу механізмів хліборізальної машини А-2ХРЗ-П приведено на рис. 6.5. Вона складається із привідної коробки, конвеєрів подачі 8, видачі 1 і верхнього конвеєра 5, касет, ножових рам та електрообладнання з двигуном 7. Всі механізми змонтовані на двох боковинах і плиті 3. Привідна коробка складається із литого чавунного корпусу, колінчатого вала і плунжерів. Встановлюється на плиті.

Конвеєри подачі і видачі складаються із рам, привідних та натяжних барабанів, відхилаючих роликів і двох розсувних плит. Конвеєри встановлюються на боковинах.

Конвеєр верхній з привідного і натяжного барабанів, відхилаючого ролика та литого кронштейна, на якому вони змонтовані. Конвеєр встановлений на двох вертикальних гвинтах, якими може переміщатися вверх або вниз. Гвинти встановлені в траверсі, яка кріпиться до боковин через дві колони. Обертання гвинтів, тобто вертикальне переміщення верхнього конвеєра, здійснюється маховичком 9 ручного приводу за допомогою гвинтової передачі.

Касета виконана у вигляді рами і складається із нижньої і верхньої траверс, з'єднаних між собою двома стяжками та служить для закріплення ножевої рами.

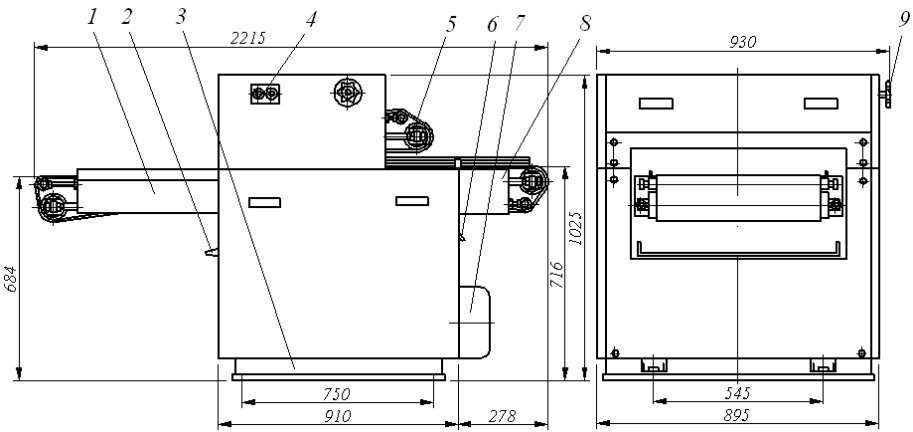


Рисунок 6.4 – Хліборізальна машина А-2ХР3-П: 1 – конвеєр видачі; 2 – піддон; 3 – плита; 4 – вимикач; 5 – верхній конвеєр; 6 – ввідний автомат; 7 – електродвигун; 8 – конвеєр подачі; 9 – маховичок

В нижній частині касета кріпиться до плунжера привідної коробки, а у верхній – закріплена на двох направляючих, по яких під час роботи машини здійснює зворотно-поступальний рух. Ножева рама являє собою зварну прямокутну конструкцію із верхньої планки і нижньої основи та двох стійок. До верхньої планки і нижньої основи жорстко закріплені планки з пазами для утримання і фіксації від повороту ножів. Пази в планках розміщені з визначеним кроком. Нижніми кінцями ножі безпосередньо закріплюються в пазах нижньої планки, а верхні кінці утримуються підвісками, продітими в отвори верхньої планки і закріплені підпружиненими гайками, якими і здійснюється натяг ножів. У машині встановлюють дві касети і дві ножеві рами. У кожній рамі пластинчасті ножі встановлені таким чином, що ножі однієї рами знаходяться між ножами другої. Ножі в ножових рамах встановлені з рівномірним кроком.

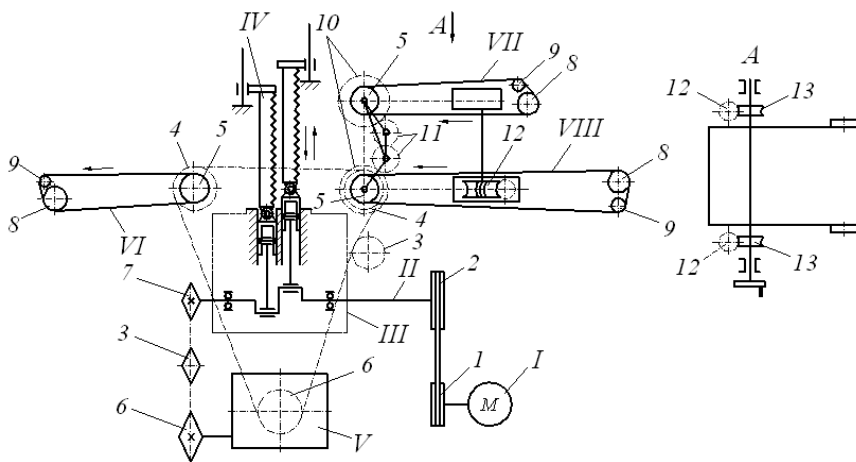


Рисунок 6.5 – Схема приводу механізмів хліборізальної машини А-2ХРЗ-П: I – електродвигун; II – колінчастий вал коробки привідної; III – коробка привідна; IV – касета з ножовою рамою; V – редуктор; VI – конвеєр видачі; VII – конвеєр верхній; VIII – конвеєр подачі; 1, 2 – шківів; 3, 4, 6, 7 – зірочки; 5 – барабан приводний; 8 – самоцентрувальний натяжний барабан; 9 – відхиляючий ролик; 10 – 13 – зубчаті колеса

Для фіксування сухарних плит в зоні різання встановлені верхня і нижня гребінки. Верхня гребінка закріплена жорстко з верхнім конвеєром і разом з ним може змінювати положення за висотою.

Машина ззовні закрита швидкоз'ємними щитками. Для безпеки роботи на машині верхні щитки заблоковані з її приводом за допомогою кінцевих вимикачів. Для збирання крихт. Які утворюються в процесі різання служить піддон 2.

Сухарні плити вкладаються на конвеєр подачі і поступають до ножів, які здійснюють зворотно-поступальний рух у вертикальній площині. Нарізані шматки конвеєром подачі виводяться із зони різання. Прогрівування сухарних плит в зоні різання здійснюється верхнім конвеєром, конвеєром подачі і сухарною плитою, яка рухається вслід. Напрямок руху нижньої вітки верхнього конвеєра співпадає з напрямком подачі. Положення верхнього конвеєра і верхньої гребінки в процесі роботи машини регулюється за висотою, що дозволяє регулювати притискування і подачу сухарних плит та різати плити різної висоти. Машина може встановлюватися безпосередньо на підлозі або спеціальному фундаменті. Включення машини виконується кнопками 4 і ввідним автоматом 6.

Для подрібнення буряків на рівчаківі або пластинчасту стружку використовують відцентрову різалку СЦБ – 16М (рис. 6.6). Вона складається

із циліндричного корпусу 2, трьохлопатевого завитка 3, кінчного редуктора, приводу 8, завантажувального бункера 1, ножових рам 6, лебідки 7 і пальчастого гідравлічного шибера.

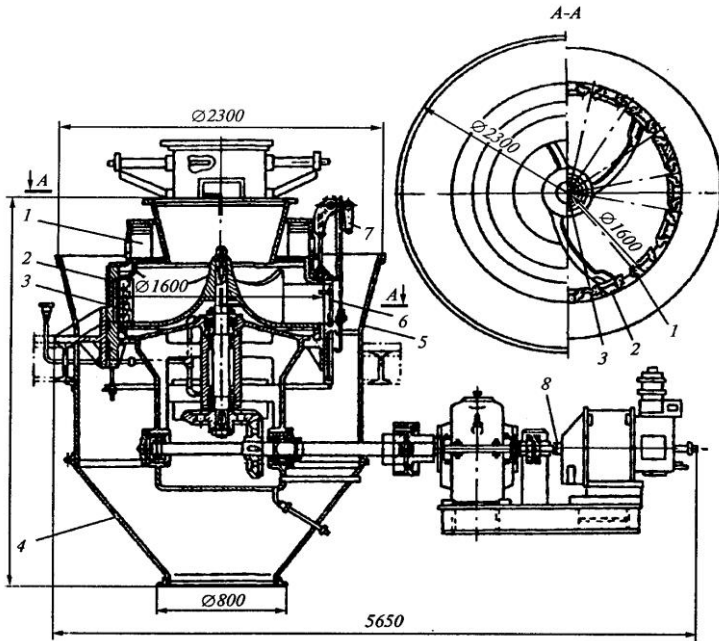


Рисунок 6.6 – Відцентрова бурякорізка СЦБ – 16М: 1 – бункер; 2 – циліндричний корпус; 3 – трьохлопатевий завиток; 4 – нижній кожух; 5 – верхній кожух; 6 – ножеві рами; 7 – лебідка; 8 – привід

Принцип дії бурякорізки полягає в наступному. Завантаження буряків в бурякорізку виконується через завантажувальний бункер. В корпусі бурякорізки буряки захоплюються трьохлопатевим завитком, який обертається, і під дією відцентрової сили притискується до ріжучої кромки ножів, ковзаючи по яких поступово перетворюється в стружку.

Бурякова стружка через отвори ножових рам випадає в простір між корпусом бурякорізки і кожухом, а потім через отвір нижнього корпусу поступає на подальшу переробку.

Для середнього і тонкого подрібнення м'яса, хліба, картоплі та інших продуктів використовують вовчки.

Для тонкого подрібнення м'якої м'ясної сировини і перетворення її в однорідну гомогенну масу використовують куттери.

### 3. Обладнання для дробіння харчових матеріалів.

Для дробіння харчових продуктів, сировини і напівфабрикатів використовують машини розтираючої і роздавлюючої дії, ударної дії.

До обладнання розтираючої і роздавлюючої дії відносяться валкові, дискові та кульові млини (рис. 6.7 – 6.9).

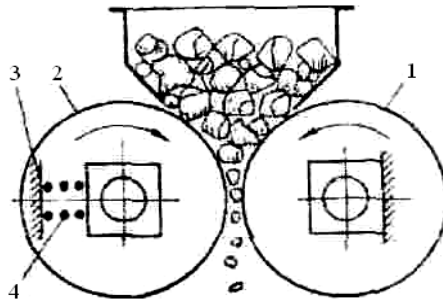


Рисунок 6.7 – Схема валкової дробарки: 1 – валок з нерухомими підшипниковими опорами; 2 – валок з рухомими підшипниковими опорами; 3 – корпус дробарки; 4 – пружини

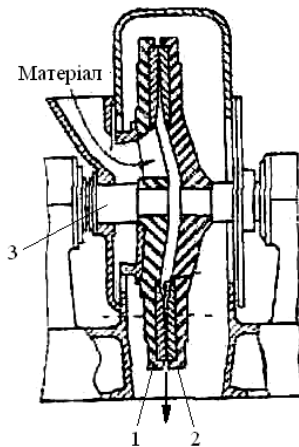


Рисунок 6.8 – Схема дискової дробарки: 1, 2 – диски; 3 – горизонтальний вал

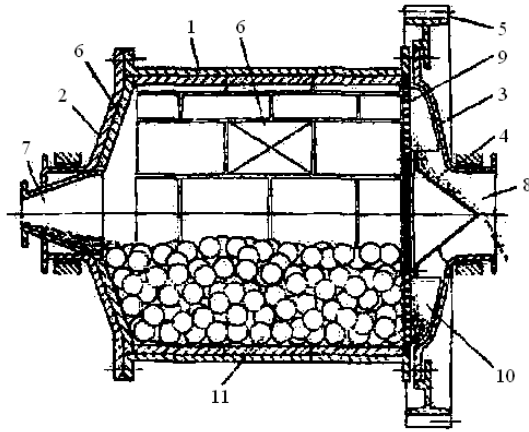


Рис. 6.9.Схема кулькового млина: 1 – корпус; 2, 3 – торцеві кришки; 4 – підшипник; 5 – зубчастий вінець; 6 – плити; 7 – завантажувальна цапфа; 8 – розвантажувальна цапфа; 9 – діафрагма; 10 – ліфтери; 11 – кулі

Серед обладнання цього класу найбільш розповсюджені валкові машини роздавлюючої дії. Їх робочі органи – валки, які під час обертання захоплюють первинний продукт і затискають його в зазорі, що звужується.

Для подрібнення солоду на пивоварних заводах використовують чотирьох-валкову дробарку (рис.6.10).

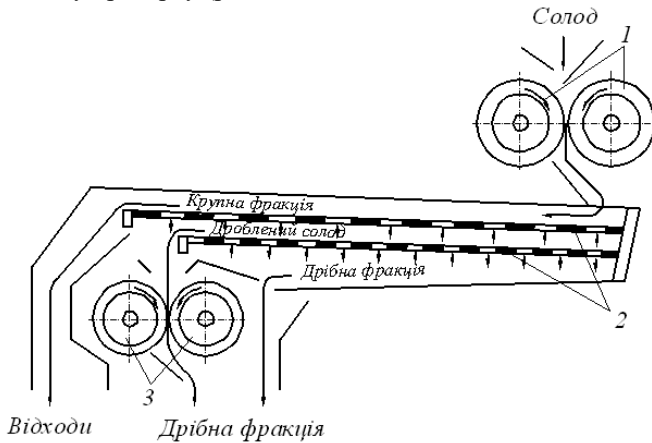


Рисунок 6.10 – Схема чотирьох-валкової дробарки для солоду: 1 – верхня пара валків; 2 – вібросита; 3 – нижня пара валків

В чотирьох-валковій дробарці солод попередньо подрібнюється верхньою парою валків 1. Подрібнений солод віброститами 2 розділяється на три фракції: сходом в бункер з верхнього сита йде лушпиння, дрібна фракція проходить два сита і попадає в бункер, крупна фракція проходить через верхнє сито і відразу з нижнього сита направляється на нижню пару валків 3.

Для подрібнення кондитерських мас використовують п'ятивалковий млин (рис. 6.11).

Млин виконаний так, що чотири валки (II – V) розміщені один над другим і один зміщений в сторону (I). Опори валків встановлені в двох бокових стійках, на яких змонтована регулювальна і контрольнo-вимірювальна апаратура.

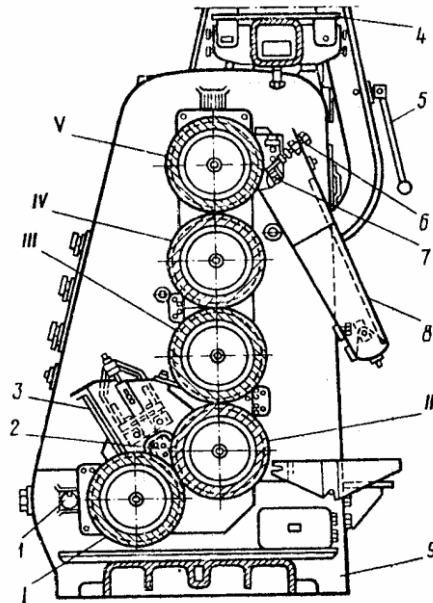


Рисунок 6.11 – П'ятивалковий млин: I, II, III, IV, V – валки; 1 – запобіжний пристрій; 2 – скребок; 3 – воронка; 4 – плита; 5 – важіль; 6 – штурвал; 7 – ніж; 8 – похилий лоток; 9 – станина

Робота млина така. Маса для подрібнення поступає в воронку 3, в якій розміщений скребок 2. Маса рівномірно розподіляється за довжиною валка і попадає в зазор між валками I та II. Швидкість валка II більша ніж валка I, тому маса прилипає до валка II і поступає в зазор між ним і валком III. Валки III, IV і V обертаються з наростаючою швидкістю, в результаті чого продукт роздавлюється і перетирається. З верхнього валка маса знімається ножем 7,

який притискується до валка обертанням штурвала 6. Знята маса виводиться із машини по похилому лотку, над яким встановлюються блок постійних магнітів.

До машин ударної дії відносяться молоткові, штифтові, ножові дробарки.

Молоткові дробарки (рис. 6.12) застосовуються в тому випадку, коли необхідно отримати відносно дрібно подрібнений і однорідний продукт без подальшого застосування сортувальних машин. Вони ефективні для руйнування крихких продуктів (зерно, кістка, лід, сіль, цукор) і низьким вмістом жирів. Продукт подрібнюється в результаті ударів по ньому сталених молотків, ударів частинок в кожух дробарки і витирання їх в штамповане сито. Ступінь подрібнення матеріалу залежить від величини отворів сита.

Штифтові дробарки використовують для тонкого подрібнення сипких харчових продуктів. Процес подрібнення матеріалу здійснюється за рахунок ударної дії пальців 3, закріплених на дисках 1 та 2 (рис. 6.13). Причому, крім дробарки з двома рухомими дисками досить поширеною є також конструкція з одним рухомим і одним нерухомим дисками. Дробарки з двома рухомими дисками називаються дезінтеграторами, з одним рухомим – дисембраторами.

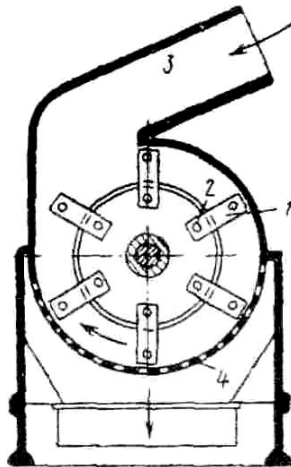


Рисунок 6.12 – Принципова схема молоткової дробарки: 1 – молоток; 2 – стержень; 3 – живильник; 4 – сито

Під час подрібнення в штифтових дробарках виділяється велика кількість теплоти, яка може погіршити якість продукту і навіть його загоряння. Тому кришка і корпус дробарки мають порожнини, в які через отвори подається охолоджувальна вода.

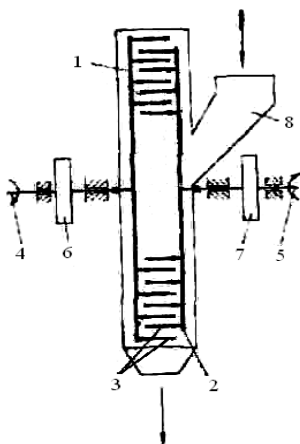


Рисунок 6.13 – Схема штифтової дробарки: 1, 2 – диски, що обертаються; 3 – штифти(пальці); 4, 5 – вали; 8 – завантажувальний бункер

Ножові дробарки використовуються для подрібнення рослинної сировини.

Одно барабанна ножова дробарка КДП – 4 М (рис. 6.14) складається із ножового барабана 2, який встановлений в корпусі 1 на валу 3. Барабан приводиться клинопасовою передачею 17 від електродвигуна 10, розміщеного в корпусі 9.

Барабан 2 має вісім фрезерованих отворів, в які вставлені ножі 4 товщиною 5 мм. Ножі спираються на фігурні плоскі пружини 18 і утримуються в прорізах кільцями 19 з регулювальними гвинтами, які дозволять змінювати величину виступу лез ножів над поверхнею барабана в межах 0,5 – 5 мм. Вставленням ножів регулюють степінь подрібнення продукту і його структурно-механічні характеристики.

Подрібнення продукту проходить в клиновому зазорі між барабаном і чотирма колодками 6, які регулюються. Величина зазору може змінюватися від 0,5 до 20 мм. Після встановлення необхідного зазору положення колодок фіксується гвинтовими пружинними амортизаторами 7, які закріплюються гайками і контргайками 8.

Продукт подається на подрібнення через бункер 5, який може встановлюватися в чотирьох положеннях. Подрібнення відбувається в момент удару ножів по продукту, який знаходиться в клиновому зазорі між притискними колодками і барабаном. Подрібнена маса відводиться із машини лотком 13. Натяг пасів 17, які огорожені щитком 16, регулюють зміною положення похилої плити 12, на якій встановлений електродвигун 10.

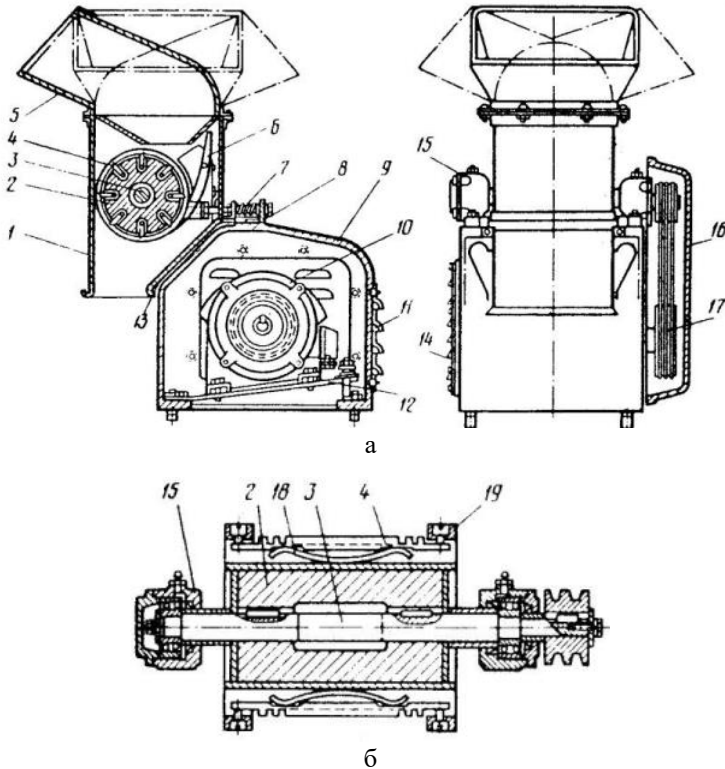


Рисунок 6.14 – Схема ножової дробарки КДП – 4М: а – загальний вид; б – осьовий розріз барабана; 1 – корпус; 2 – ножовий барабан; 3 – вал; 4 – ножі; 5 – бункер; 6 – колодки; 7 – пружинні амортизатори; 8 – гайки; 9 – корпус; 10 – електродвигун; 11, 14 – щитки; 12 – похила плита; 13 – лоток; 15 – підшипникові вузли; 16 – щиток; 17 – клинопасава передача; 18 – плоскі пружини; 19 – кільця з регульовальними гвинтами

#### 4. Гомогенізатори.

Гомогенізатори призначені для отримання тонкоподрібненого однорідного продукту (жирових кульок). Найбільше поширення отримали клапанні гомогенізатори, основними вузлами яких є насос високого тиску і гомонізуюча головка.

За типом гомонізуючі головки бувають одно-, дво- і багатоступінчасті. На практиці застосовують одно- і двоступінчасті.

Двоступінчаста головка (рис. 6.15) складається із корпуса 3 і клапанного пристрою, основними частинами якого є сидло клапана 1 і клапан

2. Клапан зв'язаний із штоком, на виступ якого тисне пружина 6. Сила стиску пружини регулюється шляхом переміщення накидної гайки 5 із штурвалом, яка разом з пружиною, штоком 7 і стаканом 8 утворює натискний пристрій 4.

Рідина, яка подається насосом під тарілку клапана, відсовує клапан від гнізда долаючи зусилля пружини. Через утворену щілину між клапаном і сідлом висотою 0,05 – 2,5 мм рідина проходить з великою швидкістю і при цьому гомонізується. На наступній ступені процес повторюється.

Оптимальний режим гомонізації для різних продуктів досягається регулюванням тиску пружини на клапан.

Для гомонізації молочних продуктів використовують гомогенізатори К5-ОГА-10, А1-ОГМ, А1-ОГ2-С.

Гомогенізатор А1-ОГМ (рис. 6.16) складається із електродвигуна 1, станини 2, кривошпинно-шатунного механізму 3 із системами мащення 7 та охолодження, плунжерного блоку 4 з гомонізуючою 6 і манометричною 5 головками та запобіжним клапаном.

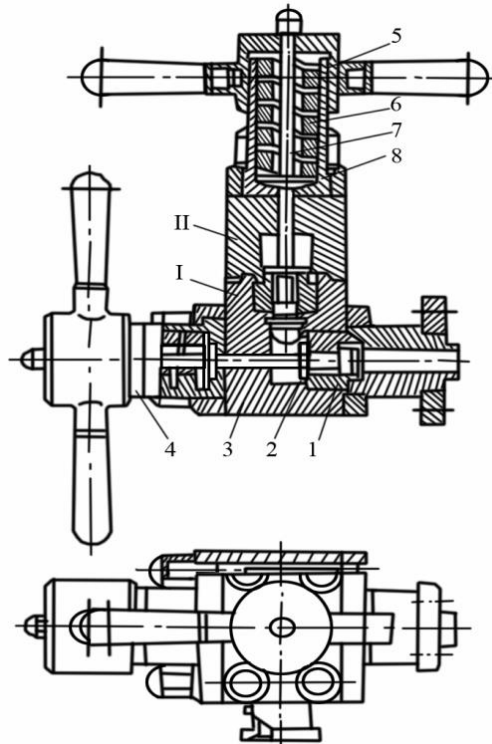


Рисунок 6.15 – Двохступінчаста гомонізуюча головка I – перша ступінь; II – друга ступінь; 1 – сідло клапана; 2 – клапан; 3 – корпус; 4 – натискний пристрій; 6 – пружина; 7 – шток; 8 – стакан

Принцип роботи гомогенізатора полягає у тому, що кожен із трьох плунжерів трьох плунжерного насоса, здійснюючи зворотно-поступальний рух, всмоктує рідину із приймального каналу, закритого всмоктуючим клапаном, і нагнітає її через нагнітальний клапан в гомонізуючу головку. У гомонізуючій головці продукт проходить через вузьку щілину між сідлом і клапаном. Тиск продукту перед клапаном 20 – 25 МПа, після клапана – близько до атмосферного. За такого різкого перепаду тиску поряд із значним збільшенням швидкості продукт подрібнюється.

Всередині станини шарнірно закріплена плита, положення якої регулюється гвинтами. На плиті встановлений електродвигун 1, який приводить в рух кривошипно-шатунний механізм 3 через клинопасову передачу. Кривошипно-шатунний механізм 3, система охолодження і масляний сітчастий фільтр розміщені в корпусі 2, у вигляді резервуара з похилим дном. Система охолодження призначена для підведення і відведення холодної води до плунжерів. Вона містить змієвик, вкладений на дно корпусу 2, перфоровану трубку над плунжерами і патрубки для підведення і відведення води. Система мащення служить для подачі масла до шийок колінчатого вала для зменшення тертя.

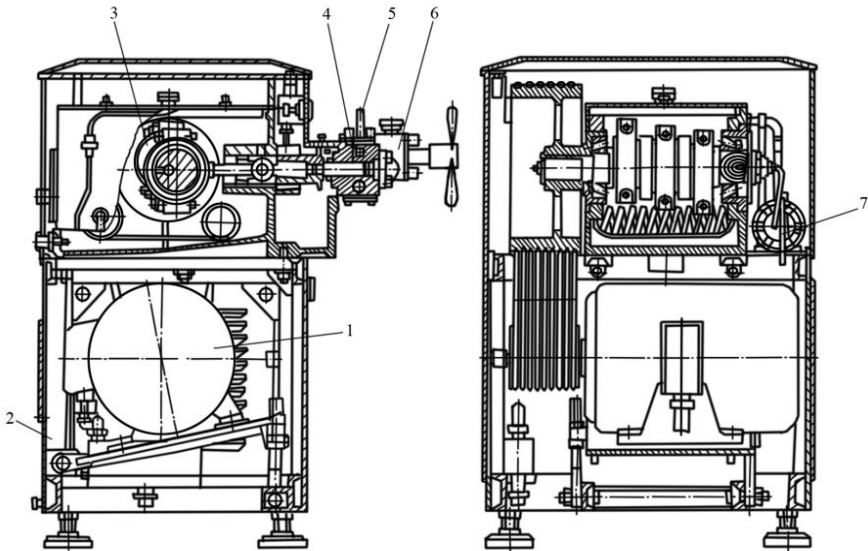


Рисунок 6.16 – Гомогенізатор А1-ОГМ: 1 – електродвигун; 2 – станина; 3 – кривошипно-шатунний механізм; 4 – плунжерний блок; 5 – манометрична головка; 6 – гомонізуюча головка; 7 – система мащення

## **Лекція 7: Технологічне обладнання для розділення рідинних харчових продуктів**

*1. Класифікація і вибір обладнання для розділення рідинних харчових продуктів.*

*2. Фільтри.*

*3. Сепаратори.*

*4. Центрифуги.*

### **1. Класифікація і вибір обладнання для розділення рідинних харчових продуктів.**

Рідиноподібні неоднорідні харчові середовища являють собою мутну полідисперсну систему, яка складається із грубих і дрібнодисперсних частин, колоїдних речовин. Для їх освітлення застосовують відстоювання, фільтрування, центрифугування і сепарування.

Відстоюванням називається процес розділення неоднорідних рідинних суспензій на фракції, які відрізняються за щільністю, в полі гравітаційних сил.

Фільтрацією називається процес відділення осаду від суспензії за допомогою пористих фільтруючих перегородок, які затримують осад і пропускають освітлену рідину.

Центрифугуванням називається розділення неоднорідних суспензій на фракції в полі відцентрових сил. Розрізняють відстійне і фільтраційне центрифугування.

Сепаруванням називається процес розділення неоднорідних рідинних сумішей на фракції, які відрізняються за щільністю, в полі дії відцентрових сил.

Відповідно до цього для розділення суспензії можуть використовуватися: для осаджування – відстійники, відстійні центрифуги, сепаратори, гідроциклони; для фільтрування – фільтри, які працюють під тиском, вакуум-фільтри, фільтруючі центрифуги і ін. Іноді, окрім розділення суспензій на тверду і рідку фази, на фільтрах і центрифугах проводяться деякі супутні операції: промивання і обезводнення осаду, його виділення, регенерація фільтрів і т.п.

Обладнання для розділення рідинних продуктів може бути класифіковане також за призначенням. В одну і ту ж групу можна відносити обладнання, яке відрізняється конструктивними особливостями і принципом дії. Наприклад центрифуги і барабанні вакуум-фільтри входять в групу обладнання для розділення грубодисперсних суспензій, а відцентрові сепаратори і патронні фільтри – в групу обладнання для розділення високодисперсних суспензій.

В загальному випадку вибір обладнання і його ефективність залежить від багатьох факторів, які можна виділити в чотири основні групи: властивості суспензій, вимоги до якості осаду і фільтрату, особливості виробництва, технологічні властивості обладнання.

Такі дисперсні системи, як фруктові соки, глюкозний і паточний сиропи, дріжджове сусло, містять звішені завислі частинки і розділяються на рідинну фракцію та осад механічним шляхом в роторах сепараторів. Сепаратори поділяються на три класи: сепаратори-розділювачі, сепаратори освітлювачі і комбіновані сепаратори.

Для розділення грубодисперсних харчових суспензій (відділення крохмалю від сокової води і зневоднення крохмалю, відділення мезги від виноградного сусла, видалення із овочевих і фруктових соків завислих частинок та ін.) застосовуються центрифуги. За технологічним призначенням центрифуги поділяють на: фільтруючі, осаджуючі, освітлюючі, розділюючі і концентруючі.

Для розділення середовищ, які складаються з декількох компонентів, шляхом пропускання їх через пористу перегородку, яка здатна затримувати звішені частинки і пропускати рідину чи газ, використовуються фільтри. За призначенням фільтри поділяють на освітлюючі і стерилізуючі.

## **2. Фільтри.**

Залежно від структури робочого циклу фільтри бувають періодичної і безперервної дії, за способом утворення перепаду тиску – гідравлічні, вакуумні і фільтри, в яких тиск створюється насосом, за призначенням – освітлюючі і стерилізуючі. Фільтруючі елементи конструктивно можуть бути виготовлені у вигляді плит, рам, патронів, дисків, барабанів, стрічок та ін.

В якості фільтруючих елементів застосовують бавовняні тканини (бельтинг, бязь, міткаль і діагональ), штучні (капрон і нейлон) і шерстяні тканини, плетені і штамповані металеві сітки, пісок, гравій і пористі керамічні матеріали. Роль фільтруючого матеріалу відіграє і сам осад, який відкладається на перегородці під час фільтрації.

В харчовій промисловості в основному використовуються фільтри періодичної дії. Поширеним є камерний фільтр прес ПР19,5-565/13с (рис. 7.1), який використовується для фільтрування вина, соку, мінеральної води, пива та інших подібних рідин. Він складається із станини 1, на якій змонтовані задня упорна плита 5, передня натискна плита 9, і плити 6,8, які встановлені на два горизонтальних стержні 7.

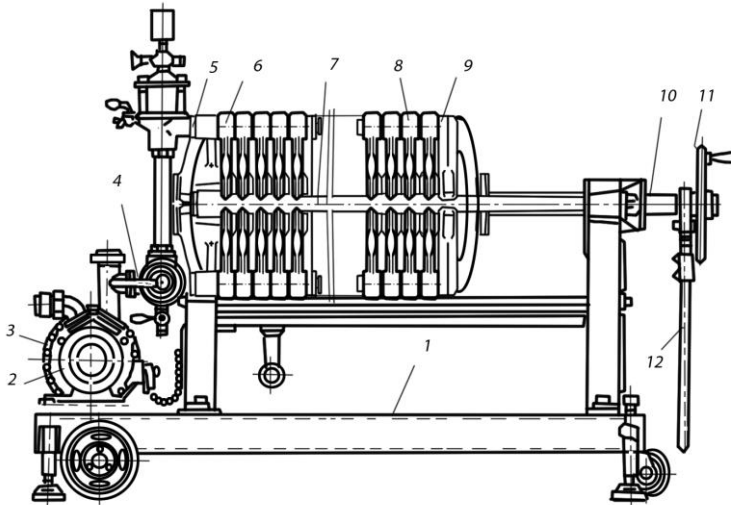


Рисунок 7.1 – Камерний фільтр-прес ПР19,5-565/13с: 1 – станина; 2 – насос; 3 – електродвигун; 4 – канал для суспензії; 5 – упорна плита; 6, 8 – плити; 7 – горизонтальний стрижень; 9 – натискна плита; 10 – гвинт; 11 – маховик; 12 – важіль

Насос 2, який нагнітає суспензію в канал 4, приводиться в рух електродвигуном 3. Зібрані в пакет плити з розміщеними між ними фільтруючими пластинами щільно стискаються натискною плитою 9. Натискна плита 9 переміщується гвинтом 10 за допомогою важеля 12 через храпове колесо, або штурвалом 11. Також для затискування набору рам і плит може використовуватися електромеханічний або гідравлічний затискний механізм.

Стиснуті фільтруючі пластини ділять зазор між двома плитами на дві частини, що досягається завдяки ребристій поверхні плит. Тому розрізняють парні і непарні камери. Якщо вихідна суспензія поступає в парну камеру, освітлений сік буде виходити з непарної камери.

Кожна плита в двох кутках з однієї сторони має фасонні виступи з круглими отворами (рис. 7.2). Парні плити мають виступи з однієї сторони, а непарні – з протилежної. Таким чином, при складанні плит в пакет, утворюються два канали в парних і два канали в непарних плитах, які з'єднані з порожнинами, що утворюються кожною парою плит з розділюючою їх фільтруючою пластиною.

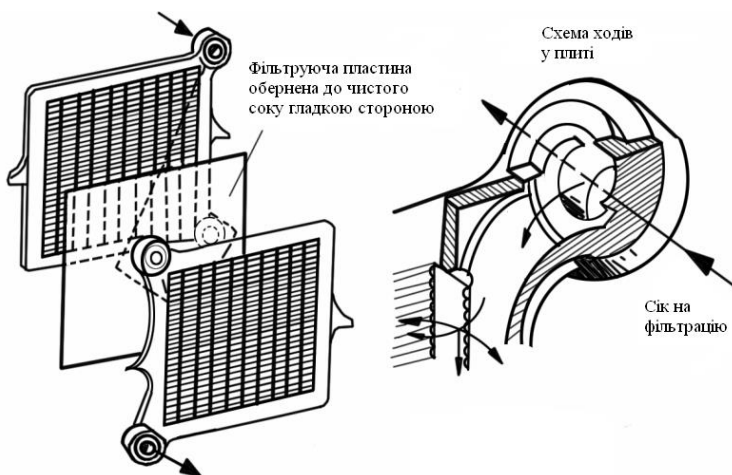


Рисунок 7.2 – Схема проходження рідини по плитах у камерному фільтр-пресі

Фільтр працює наступним чином. Призначений для фільтрування продукт нагнітається в канали, з'єднані з парними камерами. Пройшовши фільтруючі пластини під тиском, продукт поступає в непарні камери, а звідси – в з'єднані з ними канали, якими через відповідний канал виходить назовні.

До фільтрів періодичної дії відносяться дискові фільтри типу ФД в яких фільтрація проходить під тиском. Поверхня фільтрації являє собою диски, які закріплені на порожнистому валу, що обертається. Промитий осад видаляється гідравлічним способом. Застосовуються вони для фільтрації соку I і II сатурацій.

В цукровій промисловості використовуються дискові фільтри типів ФД-80; ФД-100; ФД-150.

Дисковий фільтр ФД-100 (рис. 7.3) складається із корпуса 24 в верхній частині якого розміщена труба 1 для рециркуляції нефільтрованого соку. На трубі встановлено запобіжний вентиль 15. По цій трубі підводиться також стиснуте повітря в середину фільтра для витіснення соку перед промиванням осаду.

Цикл фільтрації на даному фільтрі складається з наступних операцій: фільтрації соку через елементи дисків 3 з відкладанням осаду на поверхні елементів, обезцукрювання осаду з отриманням змиву, видалення осаду з фільтра за допомогою струменів води.

Під час використання фільтра для фільтрації соку першої сатурації застосовується методичне промивання осаду і гідравлічне видалення його з поверхні фільтруючих елементів.

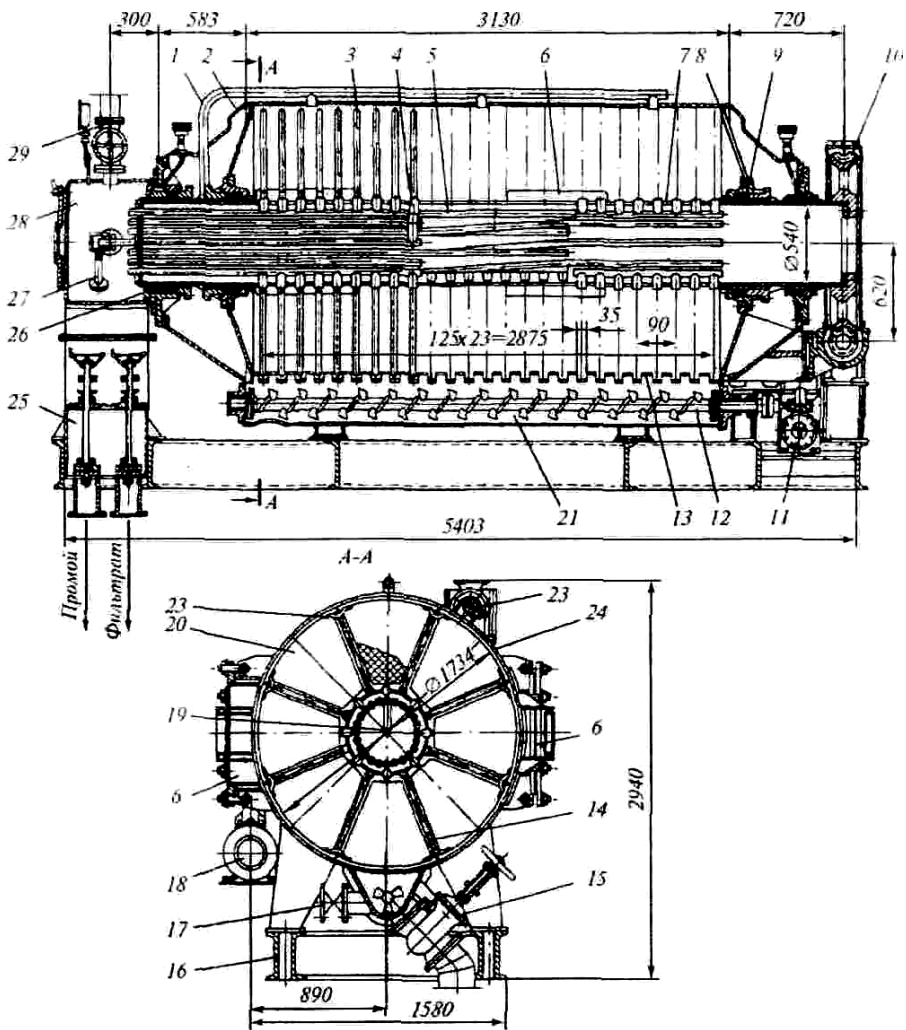


Рисунок 7.3 – Дисковий фільтр ФД-100: 1 – труба нефільтрованого соку; 2 – кронштейн конічний; 3 – диск; 4 – труба відвідна з контрольного елемента; 5 – труба колекторна; 6 – люк; 7 – трубовал; 8 – днище; 9 – манжетне ущільнення; 10 – черв'ячна передача; 11 – привід трубовала; 12 – лопатевий вал для видалення осаду; 13 – виріз; 14 – стійка; 15 – запобіжний вентиль; 16 – рама; 17 – штуцер; 18 – привід лопатевого вала; 19 – центральна труба; 20 – фільтруючий елемент; 21 – жолоб; 22 – затискач; 23 – сопловий пристрій; 24 – корпус фільтра; 25 – збірник; 26 – опора; 27 – труба відвідна; 28 – приймальник соку; 29 – труба витяжна

На деяких цукрових заводах дискові фільтри застосовуються для фільтрації соку другої сатурації. В цьому випадку правила обслуговування залишаються ті самі, але необхідно врахувати наступне. Робота фільтрів ведеться без промивання осаду, а останній після гідравлічного змивання сопловими пристроями за допомогою фільтрованого соку першої або другої сатурації направляється на передефекацію через насос рециркуляційного соку. Тому для встановлення фільтрів не потрібно передбачати комунікації для підведення води і стиснутого повітря.

Фільтри типів ФД-80 і ФД-150 за конструкцією подібні до фільтра ФД-100, але вони не мають соплових апаратів для зняття з дисків осаду. Знімання осаду з елементів диска цих фільтрів здійснюється зворотнім потоком фільтрованого соку.

В харчовому виробництві використовуються вакуум-фільтри камерного типу і безкамерні.

На рис. 7.4 показана схема роботи камерного вакуум-фільтра. В корпус фільтра 1 подається згущена суспензія соку першої сатурації, в яку занурений барабан 2, що обертається. Поверхня барабана розділена на окремі секції перегородками 3. Кожна секція трубками 5 з'єднана з рухомою головкою 6 фільтра. Головка має отвори, кількість яких відповідає кількості секцій барабана.

Секції покриваються опорною поверхнею, на яку накладається фільтруюча тканина (полотно). Полотно натягується і закріплюється дротом із нержавіючої сталі діаметром 2–3 мм за допомогою спеціальних пристосувань.

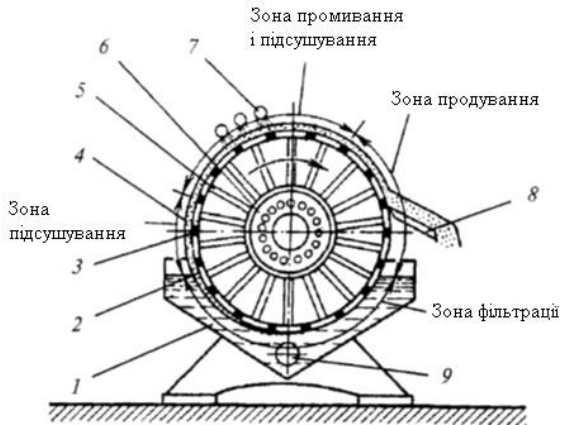


Рисунок 7.4 – Схема камерного вакуум-фільтра: 1 – корпус; 2 – барабан; 3 – перегородка; 4 – осад; 5 – трубка; 6 – рухома головка фільтра; 7 – форсунка; 8 – ніж; 9 – мішалка

Зверху над барабаном вакуум-фільтра встановлені форсунки 7 для промивання осаду 4. Для видалення осаду із барабана вакуум-фільтра встановлений ніж 8. В корпусі фільтра є мішалка 9 для змулювання осаду.

Для відведення фільтрованого соку, промивання і підведення стиснутого повітря, для віддування осаду від полотна до рухомої головки притискується нерухома головка.

На рис. 7.5 представлена схема безкамерного вакуум-фільтра. За конструкцією він значно простіший від камерного фільтра, так як барабан немає окремих камер, відсутні також розподільчі головки.

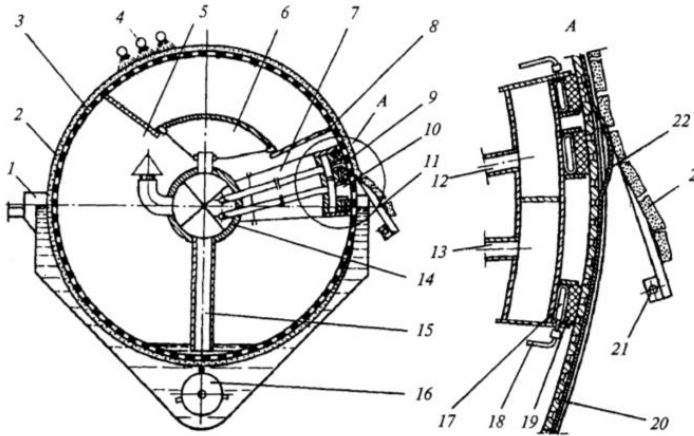


Рисунок 7.5 – Схема безкамерного вакуум-фільтра: 1 – корпус; 2 – осад; 3 – барабан; 4 – форсунка; 5 – зона розрідження; 6 – збірник змиву; 7 – зона тиску; 8 – стінка; 9 – щілина для повітря; 10 – щілина для пари; 11 – ніж; 12 – труба для повітря; 13 – труба для пари; 14 – пустотіла вісь; 15 – труба соку; 16 – пристрій подачі соку; 17 – гумові подушки; 18 – гнучкий шланг; 19 – гумове ущільнення; 20 – дріт; 21 – цапфа; 22 – тканина

Перфорований барабан 3 фільтра закритий боковими кришками а його поверхня за допомогою гумового ущільнення ділиться на дві зони: зону розрідження 5 і зону тиску 7. В зоні розрідження проходить фільтрація суспензії промивання і підсушування осаду. Змив відводиться із збірника, утвореного стінками 8. В зоні тиску здійснюється віддування осаду за допомогою повітря, яке подається трубою 12, і регенерація тканини за допомогою пари або рідини, яка подається трубою 13.

Барабан фільтра встановлюються на нерухомій порожнистій осі 14 за допомогою підшипникових вузлів, які закріплені на корпусі 1. Порожниста труба (вісь) 14 з'єднана трубою 15 з нижньою частиною барабана, куди пристроєм 16 подається сік. Для відведення продуктів фільтрації, а також

підведення повітря і рідини для регенерації тканини 22 порожниста вісь ділиться на секції. Верхньою секцією відводиться змив із збірника 6, ліва секція з'єднана з вакуум-ресивером, через нижню секцію відводиться відфільтрований сік, через праву секцію підводиться повітря для віддування осаду і пара або рідина для регенерації тканини.

Барабан обтягується фільтрувальною тканиною, яка закріплюється дротом 20. Поверхня барабана фільтра занурюється в суспензію на 50 – 60%.

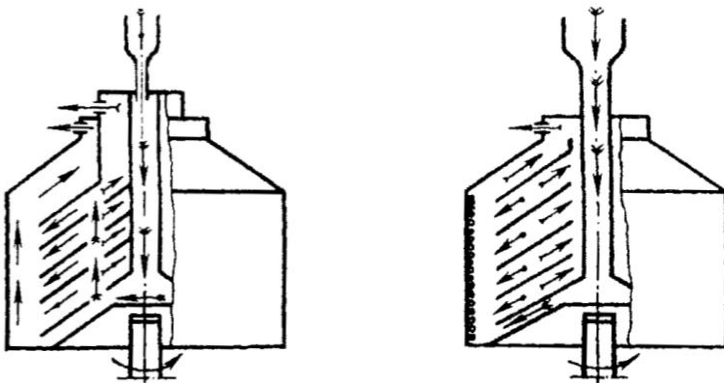
Осад промивається за допомогою форсунок 4, віддувається повітрям через щілину 9 і видаляється ножом 11. Через щілину 10 здійснюється регенерація тканини паром або рідиною.

Гумові ущільнення притискуються до внутрішньої поверхні барабана за допомогою порожнистих гумових подушок 17, в які підводиться вода гнучкими шлангами 18. Тиск води повинен бути 0,5 – 0,6 МПа.

### 3. Сепаратори.

Робочим органом сепаратора в якому проходить процес розділення, є барабан. Принцип дії сепаратора-розділювача (рис. 7.6, а) полягає в наступному. Вхідна гетерогенна система по центральній трубці поступає в тарілотримач, звідки по каналах, утворених отворами в тарілках, піднімається вгору і розтікається між ними. Під дією відцентрової сили легка фракція осідає на верхню поверхню нижчележачої тарілки. По цій поверхні легка фракція рухається до центра барабана, далі по зазору між кромкою тарілки і тарілотримачем піднімається вгору барабана і відводиться по комунікаціях.

Важка фракція в міжтарілочному просторі відтісняється до нижньої поверхні тарілки. По цій поверхні фракція рухається до периферії тарілки і по зазору між розділювальною тарілкою і кришкою барабана піднімається вгору барабана, звідки відводиться по спеціальних комунікаціях.



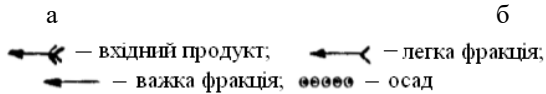


Рисунок 7.6 – Схеми барабанів тарілчастих сепараторів: а – сепаратора-розділювача; б – сепаратора-освітлювача

Сутність процесу освітлення (рис. 7.6, б) полягає в наступному. Продукт, який підлягає очищенню, центральною трубкою поступає в тарілкотримач, із якого направляється в шламовий простір між кромками пакету тарілок і кришкою. Потім рідина поступає в міжтарілочні простори. По зазору між тарілкотримачем і верхніми кромками тарілок піднімається вгору та через прорізи виходить із барабана. Процес очищення починається в шламовому просторі і закінчується в міжтарілочному. Процес розділення гетерогенних систем здійснюється головним чином в міжтарілочному просторі. При цьому дисперсна фаза поділяється на дві фази: легка фракція дисперсної фази рухається до осі обертання, а важка до периферії.

За характером виваження твердої фракції (осаду) з барабана сепаратори поділяються на машини періодичної, безперервної і пульсуючої дії.

В сепараторах періодичної дії після зупинки сепаратора і розбирання його барабана завжди застосовується ручне вивантаження твердої фракції.

Основною умовою застосування сепараторів безперервної дії є відносна рухомість осаду у відцентровому полі сил.

Сепаратори з відцентровим вивантаженням осаду можна розділити залежно від конструкції пристрою вивантаження на поршневі і клапанні. Особливістю поршневих є наявність в барабані рухомого поршня, який при переміщенні вгору або вниз закриває або відкриває щілини вивантаження барабана. Керування поршнем здійснюється за допомогою гідроприводу.

Поршневі сепаратори мають декілька варіантів конструкцій барабана. Поршень може мати верхнє і нижнє розміщення в барабані сепаратора і переміщається під дією гідростатичного тиску стовпа рідини або під дією пружини.

Спосіб вивантаження осаду з барабана в таких сепараторах однаковий: спочатку закривається подача вхідної рідини в сепаратор, а потім відкриваються щілини, і осад під дією відцентрової сили видаляється в резервуар приймання.

Для здійснення безперервного процесу режиму сепарування, що встановився в барабані сепаратора, може бути змонтовано два поршні, які забезпечують відокремлення камери шламового простору від усього об'єму барабана і відкриття вивантажувальних щілин барабана при безперервному процесі сепарування.

Процес сепарування на сепараторах саморозвантажувальної дії автоматизований. Під час цього часу на видалення осаду зменшується більше ніж в 100 разів (при відцентровому вивантаженні осаду цей час складає біля 1 хв., а при ручному – 2 години і більше).

Сепаратори з пульсуючим вивантаженням осаду через отвори клапанів призначені для отримання концентрованого осаду. Вивід осаду здійснюється через отвори (сопла) на периферії барабана.

Відкриття і закриття цих отворів регулюється за допомогою клапанів.

Розрізняють сепаратори відкриті, напівзакриті і герметичні. В сепараторах відкритого типу подача рідинної суміші, а також відвід рідких фракцій відбувається відкритим потоком. В сепараторах напівзакритого типу подача вхідної суміші і відвід однієї або всіх рідких фракцій відбувається під тиском, але процес сепарування не ізольований від доступу повітря. В багатьох напівзакритих сепараторах подача вхідної рідкої суміші відкрита. Напівзакриті сепаратори з відведенням рідких фракцій під тиском за допомогою напірних дисків часто називають безпінним.

В сепараторах герметичного типу від доступу повітря ізольовані потоки вхідної рідкої суміші, вихідні рідкі фракції і процес сепарування.

Конструктивно всі сепаратори складаються з станини з привідним механізмом, барабана, приймально-відвідного пристрою і приймальника шламу.

На рис. 7.7 показана кінематична схема сепаратора, типова для більшості подібних пристроїв.

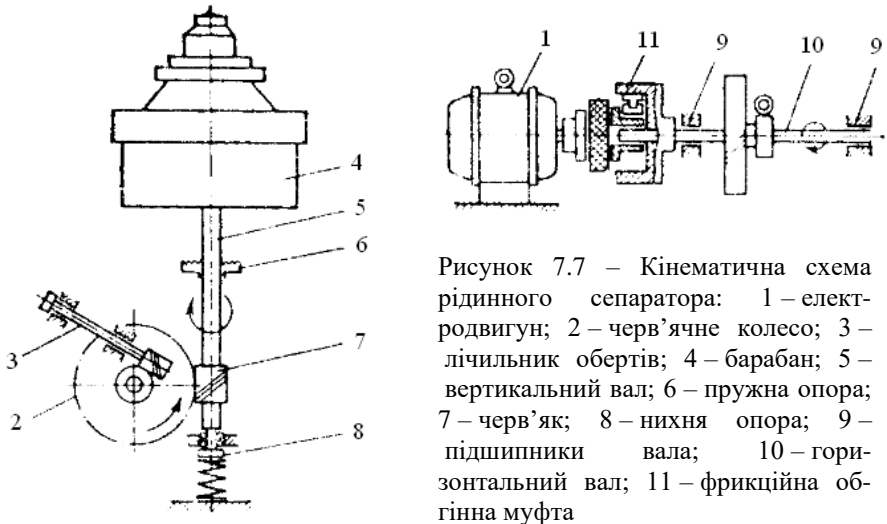


Рисунок 7.7 – Кінематична схема рідинного сепаратора: 1 – електродвигун; 2 – черв'ячне колесо; 3 – лічильник обертів; 4 – барабан; 5 – вертикальний вал; 6 – пружна опора; 7 – черв'як; 8 – нижня опора; 9 – підшипники вала; 10 – горизонтальний вал; 11 – фрикційна обгінна муфта

Привід сепаратора здійснюється від електродвигуна через фрикційну обгінну муфту і черв'ячну передачу, причому черв'як нарізається

безпосередньо на вертикальному валу, а черв'ячне колесо насаджується на горизонтальний вал.

До сепараторів розділювачів відносяться сепаратор-вершковідділювач ОСН-С (рис. 7.8). він складається із станини 17 з привідним механізмом, приймально-відвідного пристрою 12, гідровузла, чаші станини з приймальником осаду 7, глушника, пробки зливання масла 1, показника рівня масла 2, горизонтального вала 3, тахометра 4, пробки заливання масла 5, трубки підведення води в сепаруючий пристрій 6, затискача 8, гайки 9, кришки 11, штуцера для підведення води 16, вертикального вала 18, а також пульта керування.

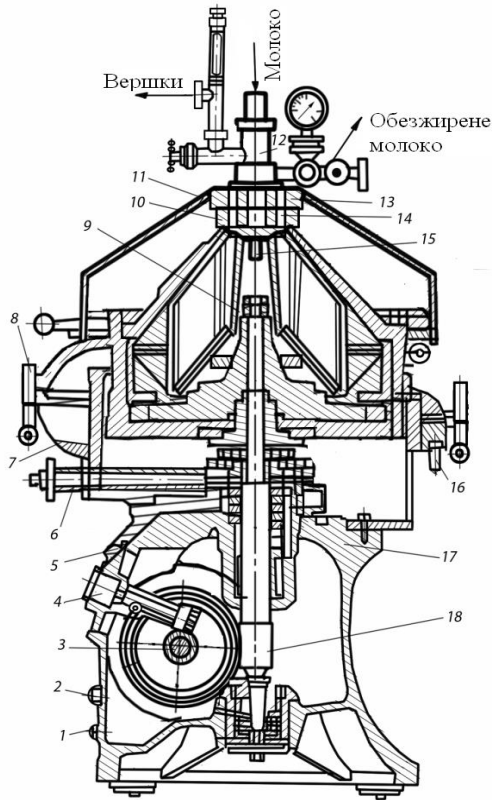


Рисунок 7.8 – Сепаратор ОСН-С з пульсуючим вивантаженням осаду: 1 – пробка зливання масла; 2 – показник рівня масла; 3 – горизонтальний вал; 4 – тахометр; 5 – пробка заливання масла; 6 – трубка для підведення води в сепаруючий пристрій; 7 – чаша станини з приймальником осаду; 8 – затискач; 9 – гайка; 10 – сепаруючий пристрій; 11 – кришка; 12 –

приймально-відвідний пристрій; 13, 14 – напірні диски; 15 – центральна трубка приймально-відвідного пристрою; 16 – штуцер підведення води; 17 – станина; 18 – вертикальний вал

Молоко подається трубопроводом і центральною трубкою 15 приймально-відвідного пристрою в сепаруючий пристрій 10, який обертається. В цей час поршень сепаруючого пристрою закритий. В порожнині над поршнем знаходиться вода. Під час роботи сепаратора відбувається незначне її витікання із сепаруючого пристрою й патрубка станини при підживленні. Для герметизації системи поршень притискується силою гідростатичного тиску. Молоко подається в сепаруючий пристрій, проходить через отвори в тарілотримачі і вертикальні канали пакета, розділяється в міжтарілочних просторах, розділяючись на вершки, які притискуються до осі обертання, і обезжирене молоко, яке притискується до периферії сепаруючого пристрою. Вершки і обезжирене молоко виводяться через камери напірних дисків 13 і 14.

Тверді частинки і важкі домішки, які відділяються з молока, поступають в периферійний об'єм сепаруючого пристрою, де відбувається їх накопичення і ущільнення. Для запобігання втрат молока використовують тільки часткове вивантаження осадку при відкритті каналів.

Розвантаження сепараторів здійснюється в один або два етапи. При одноетапному розвантаженні осад вивантажується без перекриття пристрою для подачі вхідного продукту. При двоетапному вивантаженні спочатку перекривається пристрій для подачі вхідного продукту і видаляється рідина з міжтарілочного простору, а потім вже відкриваються щілини для вивантаження, в результаті чого осад відкидається із сепаруючого пристрою в приймальник під дією відцентрової сили.

#### **4. Центрифуги.**

Для розділення грубодисперсних харчових суспензій (уфелю на мелясу і цукор; відділення крохмалю від сокової води і обезводнення крохмалю; відділення мезги від виноградного суслу та ін.) використовуються центрифуги.

За величиною фактора розділення  $F_p$ , центрифуги умовно поділяють на три класи: тихохідні ( $F_p < 1000$ ), швидкісні ( $1000 \leq F_p \leq 5000$ ), високошвидкісні, або надцентрифуги ( $F_p > 5000$ ); за технологічним призначенням: фільтруючі, відстійні, комбіновані; за способом вивантаження осаду із ротора: ручні, гравітаційні, інерційні з пульсуючими поршнями, шнеками ножами і скребками; за характером розміщення вала, на якому закріплюється ротор: з вертикальним і горизонтальним розміщенням вала. Центрифуги з вертикальним валом залежно від розміщення опори вала можуть бути підвісними, коли опора розміщена вище центра тяжіння ротора, а ротор

закріпленій внизу вала, і центрифуги, ротор яких розміщений на верхньому кінці вала. В харчовій промисловості переважно використовуються фільтруючі і відстійні центрифуги. При цьому частіше всього переробці підлягають системи, які складаються з двох компонентів: рідкого і твердого, або двох рідких, які взаємно нерозчинні й мають різну густину.

До відстійної шнекової центрифуги безперервної дії відноситься центрифуга типу НОГШ (рис. 7.9). Загальною конструктивною ознакою центрифуг цього типу є горизонтальне розміщення вала 11, перфорованого конічного або циліндричного ротора з співвісно розміщеним в середині нього шнеком. Під час роботи центрифуги в ротор 1 за допомогою живильного пристрою 4 безперервно підводиться суспензія, фугат безперервно відводиться через зливні вікна 13, розміщені в торцевій стінці ротора, а осад безперервно вивантажується шнеком 3. Ротор і шнек обертаються в одному напрямку, але з різною частотою, в результаті цього осад переміщується вздовж осі ротора. Ротор встановлений на двох опорах і приводиться в рух від електродвигуна через клинопасову передачу. Шнек приводиться в рух від ротора центрифуги через планетарний редуктор.

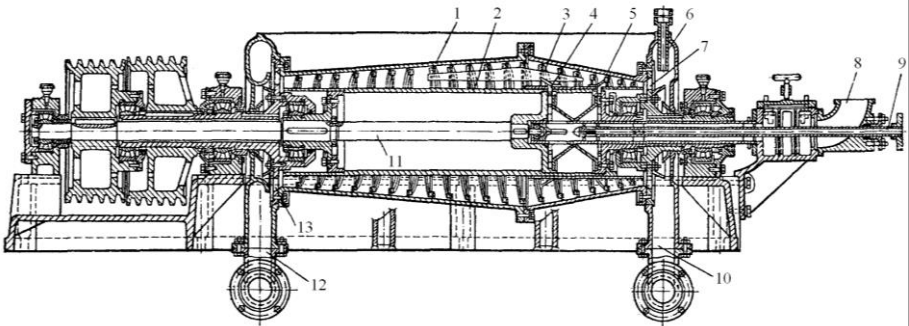


Рисунок 7.9 – Схема відстійної центрифуги типу НОГШ із шнековим вивантажуванням осаду: 1 – ротор; 2 – барабан; 3 – шнек; 4 – живильний пристрій; 5 – пристрій впуску промивної води; 6 – труба; 7 – вікно вивантаження осаду; 8 – труба; 9 – живильна труба; 10 – приймальник осаду; 11 – горизонтальний вал; 12 – приймальник освітленої рідини; 13 – зливні вікна

Суспензія поступає у внутрішню порожнину шнека живильною трубою 9, звідки через вікна обичайки шнека попадає в ротор. В результаті розділення під дією поля відцентрових сил на внутрішній поверхні ротора утворюється шар частин твердої фази, яка транспортується шнеком до вікон вивантаження 7, які розміщені у вузькій частині ротора. Осад видаляється в

приймальник 10. Освітлена рідина направляєтся до зливних вікон 13, переливається через зливний борт і видаляється із ротора в приймальник12.

Центрифуга обладнана пристроєм 5 для впуску промивної води, яка подається по трубах 6 і 8.

Прикладом фільтруючої центрифуги є автоматична центрифуга циклічної дії типу ФПН-1251Л-02 (рис. 7.10).

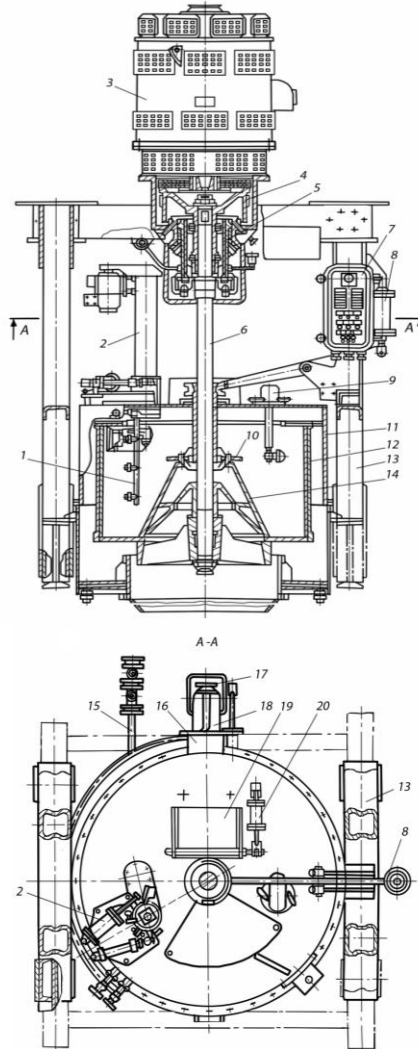


Рисунок 7.10 – Автоматична центрифуга ФПН-1251Л-02: 1 – промивний пристрій; 2 – механізм зрізу; 3 – електродвигун; 4 – механічне

гальмо; 5 – підвісна головка; 6 – вертикальний вал; 7 – пульт керування; 8 – пневмоциліндр; 9 – датчик завантаження утфелю; 10 – розподільчий диск; 11 – кожух; 12 – ротор; 13 – станина; 14 – запірний конус; 15 – труба для підведення води; 16 – патрубок для відведення утвореної пари; 17 – труба для підведення пари; 18 – сегрегатор; 19 – лоток; 20 – пневмоциліндр заслінки лотка

Центрифуга ФПН-1251Л-02 складається із ротора 12 підвішеного на валу 6 в верхній опорі, п'ятишвидкісного асинхронного електродвигуна 3, механізму зрізу 2, пристрою для промивання 1, підвісної головки 5, пульта керування 7, розподільчого диска 10, кожуха 11, станини 13, труби для підведення води 15, патрубку для відведення утвореної пари 16, труби для підводу пари 17 і пневмоциліндра заслінки лотка 20.

Працює центрифуга наступним чином. При досягненні частоти обертання ротора  $23 \text{ с}^{-1}$  відкривається шиберна заслінка утфелерозподільювача і утфель лотком 19 поступає в ротор центрифуги. Після завантаження ротора до заданого об'єму датчик 9 завантаження утфеля дає команду на закриття шиберної заслінки. Потім вал електродвигуна набирає максимальну частоту обертання  $150 \text{ с}^{-1}$ , при якій здійснюється фугівка утфелю, тривалість якої регулюється реле часу.

Після закінчення фугівки включається електромагнітний клапан, і вода поступає в пристрій для промивання цукру. Одночасно сегрегатор 18 переключається на відведення білої меляси.

Після промивання і пропарювання цукру відбувається переключення електродвигуна на меншу швидкість, і центрифуга починає гальмуватися. При частоті обертання ротора  $5 \text{ с}^{-1}$  вмикається механічне гальмо 4 і електродвигун вимикається, а потім перемикається на зворотне обертання ротора.

При досягненні ротором частоти обертання  $7 - 10 \text{ с}^{-1}$  піднімається запірний конус 14 і до шару цукру пневмоциліндром 8 підводиться ніж. По вертикалі ніж переміщується від електродвигуна. Після закінчення вивантаження механізм зрізу займає початкове положення, запірний конус опускається, сита промиваються водою і починається наступний цикл роботи.

Прикладом фільтруючої центрифуги безперервної дії є конічна центрифуга з інерційним вивантаженням осаду (рис. 7.11). Перевагою центрифуг такого типу є відсутність вивантажувальних пристроїв, що контактують з осадом.

Машини такого типу працюють за принципом безперервного переміщення продукту по поверхні фільтрувального конічного ротора, який обертається, під дією дотичної складової відцентрової сили.

Відділення рідкої фази від твердої під дією поля відцентрових сил здійснюється в тонкому шарі матеріалу, що переміщається, товщина якого досягає мінімального значення при сходженні з конічного ротора.

Для переміщення осаду по поверхні ротора під дією відцентрової сили необхідно, щоб кут нахилу твірної конічного ротора до вертикалі був більший, ніж кут тертя осаду по поверхні ротора. Щоб тверда фаза не накопичувалася, стінки нижньої частини ротора центрифуги проєктують під кутом  $60^\circ$  до горизонту.

Мащини такого типу прості за конструкцією, економічні та надійні в експлуатації. Однак їх широке застосування в промисловості стримується в певній мірі відсутністю надійних способів регулювання тривалості перебування матеріалу на фільтруючій поверхні конічного ротора.

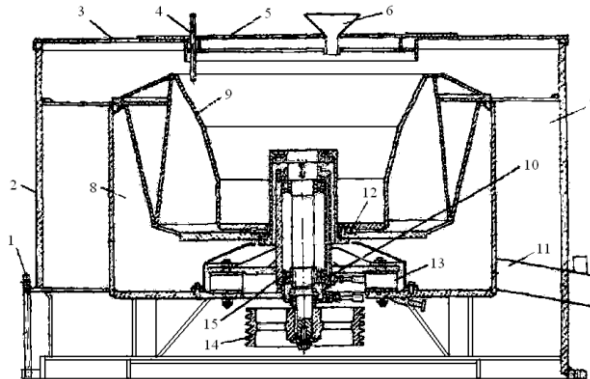


Рисунок 7.11 – Конічна інерційна центрифуга К-7500 безперервної дії: 1 – стрічна кришка; 2 – кожух; 3 – верхня кришка; 4 – пристрій для підведення пари; 5 – запобіжна кришка; 6 – пристрій для підведення утфелю; 7 – кільцевий приймальник рідкої фази; 8 – кільцевий приймальник твердої фази; 9 – ротор; 10 – трубопровід системи змішування; 11 – труба для відведення рідкої фази; 12 – ущільнення; 13 – амортизатор; 14 – шків; 15 – корпус підшипникової опори

Конічні центрифуги безперервної дії не потребують при їх встановленні спеціального фундаменту, так як працюють без вібрацій, що характерно для автоматизованих центрифуг періодичної дії.

## **Лекція 8: Технологічне обладнання для перемішування та отримання однорідних мас**

1. Класифікація обладнання для перемішування харчових продуктів.
2. Мішалки для рідких харчових продуктів.
3. Тістомісильні машини періодичної дії.
4. Тістомісильні машини безперервної дії.

5. *Машини для перемішування м'ясних порід.*

6. *Машини для насичення харчових сумішей повітрям.*

## **1. Класифікація обладнання для перемішування харчових продуктів.**

У різних галузях харчової промисловості виникає необхідність в перемішуванні різних продуктів: для змішування двох або декількох рідин, збереження визначеного технологічного стану емульсій і суспензій, розчинення або рівномірного розподілу твердих продуктів в рідині, інтенсифікації теплових процесів або хімічних реакцій і т.д.

Змішування харчових продуктів здійснюється в змішувачах таких типів: шнекових, лопатевих, барабанних, пневматичних (стиснутим повітрям) і комбінованих.

Перемішуючі апарати класифікуються:

- за призначенням: для змішування, розчинення, темперування і т.д.;
- за розміщенням апарата: вертикальні, горизонтальні, похилі, спеціальні;
- за характером обробітку робочого середовища: змішування одночасно у всьому об'ємі, в частині об'єму і плівкове змішування;
- за характером руху рідини в апараті: радіальні, осьові, тангенціальні і змішані;
- за принципом дії: механічні, пневматичні, ежекторні, циркуляційні і спеціальні;
- за відношенням до теплових процесів: із стіночною поверхнею теплообміну, із занурю вальною поверхнею теплообміну і без використання теплових процесів.

Для тонкого подрібнення і перемішування м'ясної сировини використовують куттер-мішалку. Кускові, в'язкі і в'язкопластичні продукти (борошно, м'ясо, м'ясний фарш) перемішують шнеками, лопатями, в барабанних та інших мішалках. Рідинні продукти (молоко, вершки, сметану та ін.) перемішують в ємкостях лопатевими, пропелерними і турбінними мішалками.

Перемішуючі машини розділяють на машини періодичної і безперервної дії.

## **2. Мішалки для рідких харчових продуктів.**

Для отримання рідких однорідних сумішей та мас, в результаті перемішування і розчинення використовують мішалки різних типів, вибір яких залежить від в'язкості рідини, що перемішується. Широко використовуються якірні, лопатеві, пропелерні, турбінні, рамні і комбіновані мішалки.

Якірні мішалки успішно використовуються для періодичного перемішування рідин, які мають в'язкість до 100 Па·с. Вони характеризуються малою частотою обертання, великою площею робочих площин і невеликою відстанню між якорем і стінками ємкості. Під час здійснення теплопередачі через стінку ємкості для запобігання утворення стаціонарної плівки між якорем і стінками ємкості використовуються бокові скребки.

Для малов'язких рідин (0,1 – 1,0 Па·с) використовують прості якірні мішалки підковоподібного типу. Однак, в міру збільшення в'язкості необхідне підсилення якоря поперечними лопатями або встановленням додаткових лопатей. Це потрібно для підтримання руху в шарі рідини.

Лопатеві мішалки (рис. 8.1, а, б) найпростіші за конструкцією. Це плоскі лопаті, встановленні на валу (вертикальному або горизонтальному) під кутом або перпендикулярно до напрямку руху. Кількість лопатей та їх конфігурація може бути різною і визначається конструкцією апарату і властивостями продукту. Лопаті можуть бути згруповані в виді рам, і мати складну конфігурацію руху. Лопатеві мішалки використовують для перемішування малов'язких рідин.

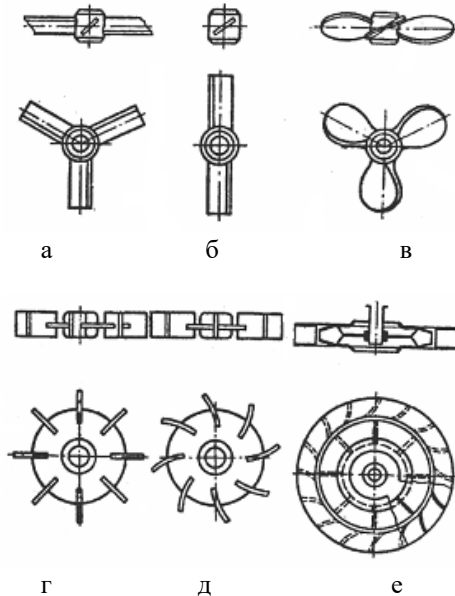


Рисунок 8.1 – Типи мішалок: а – трилопатева; б – дволопатева; в – пропелерна; г – відкрита турбіна; д – відкрита турбіна з нахиленими лопатями; е – закрыта турбіна

Пропелерні мішалки (рис. 8.1, в) використовують для перемішування помірно в'язких рідин. Основним робочим органом є гвинт (пропелер), насаджений на вертикальну, похилу або горизонтальну вісь.

У турбінних мішалок робочим органом є турбінне колесо, що обертається на вертикальній осі (рис. 8.1, г, д, е). Принцип дії аналогічний роботі колеса відцентрового насоса. Двома патрубками, розміщеними на протилежних сторонах поступають рідинні компоненти, змішана рідина виходить через вивантажувальний патрубок. Турбінні мішалки забезпечують ефективне перемішування, але не придатні для використання в тому випадку, коли необхідно зберегти структуру матеріалу.

Турбінною мішалкою обладнаний передефекатор ПР-3 (рис. 8.2), який використовується в цукровому виробництві.

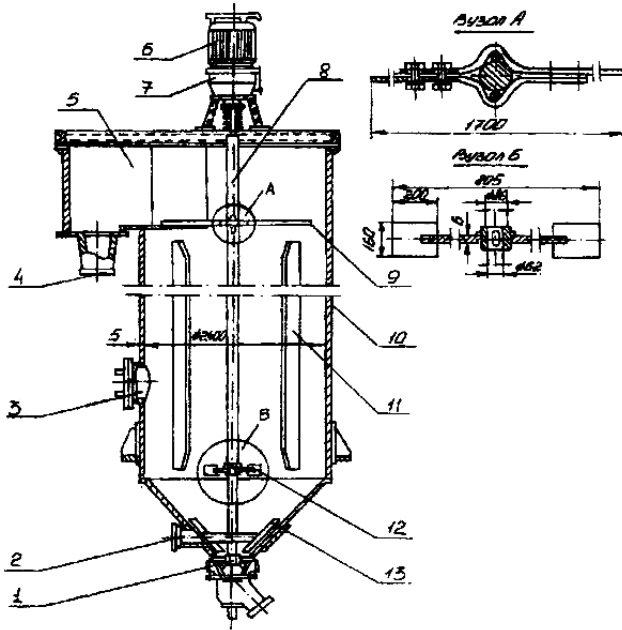


Рисунок 8.2 – Передефекатор ПР-3: 1 – підшипник; 2 – вхідний штуцер; 3 – люк; 4 – патрубок для виведення соку; 5 – порожина для піни; 6 – електродвигун; 7 – редуктор; 8 – вертикальний вал; 9, 12, 13 – мішалки; 10 – вертикальний циліндр; 11 – контропаті

Передефекатор являє собою вертикальний циліндр 10 з конічним днищем. На кришці циліндра встановлений електродвигун 6 з редуктором 7, вихідний вал якого з'єднаний з вертикальним валом 8. На валу, який

обертається в підшипнику 1, закріплені мішалки 9, 12, 13. Вал обертається з частотою 90 об/хв. Мішалка 9 служить для видалення піни в порожнину 5, мішалка 12 інтенсифікує процес перемішування, мішалка 13 запобігає утворенню осаду на конічному дніщі. Процесу перемішування сприяють контрлопати 11, які встановлені на внутрішній поверхні циліндричного корпусу.

Дифузійний сік поступає через вхідний штуцер 2, а не фільтрований сік першої сатурації – через такий же патрубков, розміщений з протилежної сторони. Передефікований сік виходить через патрубков 4.

Лопатевою мішалкою обладнані реактори МЗС-210 МЗС-316 (рис. 8.3). Вони призначені для перемішування в'язких і рідких продуктів із декількох компонентів.

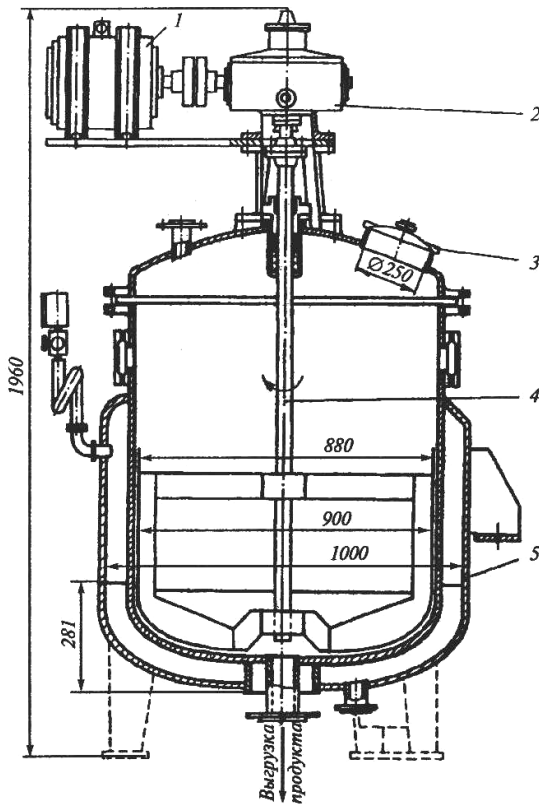


Рисунок 8.3 – Реактор МЗС-316: 1 – електродвигун; 2 – редуктор; 3 – кришка; 4 – мішалка; 5 – корпус

Перемішування продукту здійснюється мішалкою 4, яка складається із вертикального вала з закріпленими на ньому лопатями. В нижній частині корпусу 5 розміщені два патрубки для відведення конденсату і вивантаження готового продукту. Над реактором змонтований привід, який містить електродвигун 1 і редуктор 2. Для санітарної обробки верхньої частини є кришка 3.

Для нормалізації за жирністю високожирних вершків використовують ванну нормалізації ВН-600 (рис. 8.4). Вона являє собою двохстінну вертикальну ємність з похилим дном, обладнану рамною лопатевою мішалкою 1. Герметична ємність між внутрішньою ванною і сорочкою 3 заповнюється теплоносієм в тих випадках, коли за технологічним процесом потрібно підігріти продукт. В якості теплоносія може використовуватись або гаряча вода, або пара, яка вводиться в передчасно заповнену водою ємність. Для виходу повітря і зливання конденсату ємність обладнана переливною трубою.

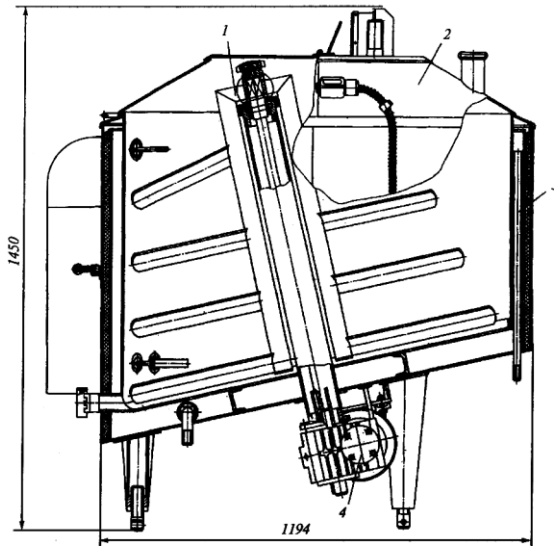


Рисунок 8.4 – Ванна нормалізації ВН-600: 1 – рамна лопатева мішалка; 2 – кришка; 3 – сорочка; 4 – привід

Ванна встановлюється на трьох ніжках. Кришка 2 ванни, яка виконана в вигляді зрізаного конуса, складається із двох частин, з'єднаних між собою шарнірними петлями. Одна частина кришки відкидна, а друга прикріплена до верхньої поверхні ванни. На нерухомій частині кришки 2 знаходиться люк для подачі продукту в ванну і встановлений кінцевий вимикач, який

обезструмлює двигун під час відкривання кришки. Рамна лопатева мішалка, вісь якої розміщено перпендикулярно похилому дну ванни, надівається зверху на конічну шийку вала мішалки і закріплюється спеціальною гайкою.

Привід 4 мішалки розміщений в нижній частині ванни на похилому дніщі.

Нахил лопатей рамної мішалки і нахилене розміщення її осі обертання забезпечує ефективне перемішування продукту. Для контролю температури продукту в нижній частині ванни знаходиться штуцер для приєднання датчика температури.

Для перемішування в'язких рідин використовують мішалки комбінованої дії – комбінації з різних конструкцій мішалок, які обертаються незалежно одна від одної. Такі мішалки використовуються в апаратах, призначених для розчинення, уварювання і темперування (рис. 8.5). В циліндричній ємності 4 комбінованої мішалки розміщений орган перемішування, який складається з рамної 13, турбінної 1 і лопатевої 5 мішалок.

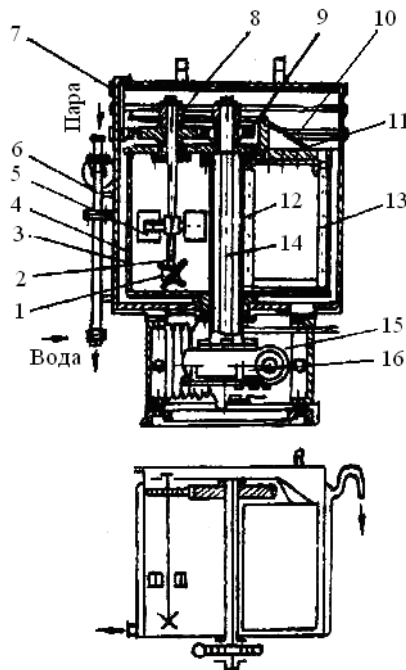


Рисунок 8.5 – Комбінована мішалка МТ-250: 1 – турбінна мішалка; 2 – вал; 3 – пароводяна сорочка; 4 – смінь; 5 – лопатева мішалка; 6 – трубопровід подачі води і пари; 7 – термометр; 8 – кришка; 9 – шестерня;

10 – нерухома шестерня; 11 – важіль; 12 – трубчата опора; 13 – рамна мішалка; 14 – вал; 15 – електродвигун; 16 – черв'ячний редуктор

Обробка рідкого продукту з великою в'язкістю може привести до ламання елементів перемішування чи всього робочого органу в цілому, а також до перегріву і виходу з ладу електродвигуна. Якщо з перемішуванням одночасно вирішуються задачі нагрівання, уварювання, темперування або охолодження, то в цьому випадку під час роботи стежать за тиском пари, температурою маси, що обробляється, води, що поступає та за показами приладів.

### **3. Тістомісильні машини періодичної дії.**

Тістомісильні машини періодичної дії можуть бути із стаціонарними місильними ємкостями і змінними, а місильні ємкості (діжи) – нерухомими, із вільним або примусовим обертанням.

Тістомісильні машини періодичної дії, які обладнанні змінними діжами, використовують для замісу тіста на хлібозаводах малої і середньої потужності.

Тістомісильна машина з підкатною діжею (рис. 8.6) складається із станини 1 закріпленої на фундаментній плиті 2. В середині станини розміщений привідний електродвигун 3, а ззовні – черв'ячний вал 5, який служить для обертання підкатної діжи 10. Вона змонтована на трьохколісному візку 7, який наочується на фундаментну плиту і закріплюється на ній за допомогою упора і спеціального фіксатора 8. На діжі є зубчастий 9 вінець, який входить в зачеплення з черв'яком 5. Зверху діжа закривається кришкою 6. У верхній частині станини розміщений червячний редуктор 11, який приводиться в рух від електродвигуна 3 через клинопасову передачу і фрикційну муфту. Місильний важіль 4 на нижньому кінці має лопать, яка і здійснює замішування тіста в діжі.

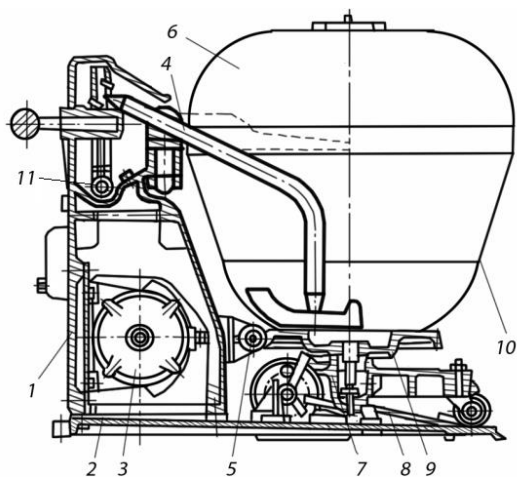


Рисунок 8.6 – Тістомісильна машина з підкатною діжею: 1 – станина; 2 – фундаментна плита; 3 – електродвигун; 4 – місильний важіль; 5 – черв'як; 6 – кришка; 7 – трьхколісний візок; 8 – фіксатор; 9 – зубчастий вінець, 10 – діжа; 11 – черв'ячний редуктор

Верхній кінець місильного важеля за допомогою підшипника шарнірно з'єднаний з колесом черв'ячного редуктора і за допомогою сферичної проміжної опори здійснює поступальний круговий рух. Аналогічний рух здійснює лопать місильного важеля.

Під час роботи машини місильна лопать в нижньому положенні проходить щільно біля днища діжи, а в верхньому виходить за площину обрізу нижньої кромки діжи. Внаслідок цього на початку процесу замішування відбувається інтенсивне розпилення борошна. Перемішування і замішування відбувається не на всій траєкторії руху місильної лопаті, а лише на 20 %, що суттєво знижує ККД машини. Замішування здійснюється при постійній частоті обертання місильного важеля ( $n=23,5$  об/хв), тому на машині неможливо забезпечити різну інтенсивність замішування на окремих стадіях процесу.

Тістомісильна машина періодичної дії із стаціонарною місильною ємкістю ТМ-63 (рис. 8.7) складається із металічного місильного корита (ємкості) 7, яке закрито стаціонарною кришкою 3.

Всередині корита розміщені два місильних органи 6, які обертаються назустріч один одному з частотою обертання  $38 \text{ хв}^{-1}$ . Привід місильних органів здійснюється від електродвигуна 13 через клинопасову передачу 12, ланцюгову передачу 10 і дві пари зубчастих коліс 8 та 9.

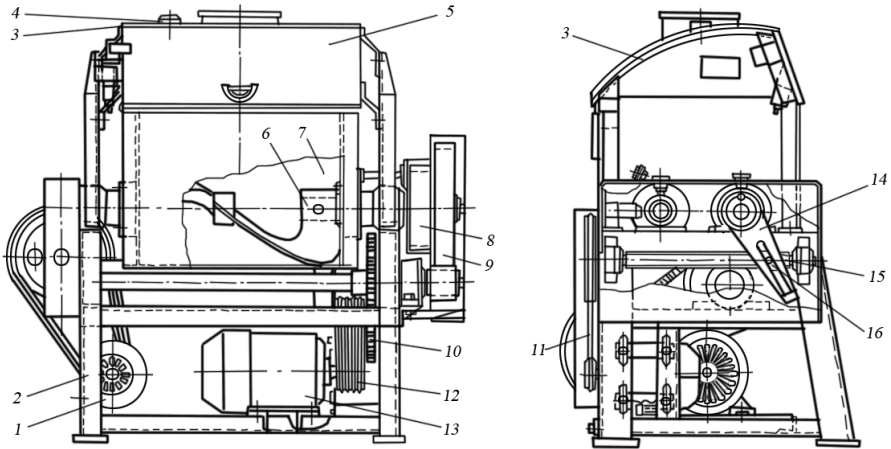


Рисунок 8.7 – Тістомісильна машина ТМ-63: 1, 13 – електродвигуни; 2 – станина; 3 – стаціонарна кришка; 4 – патрубок; 5 – відкидна кришка; 6 – місильний орган; 7 – корито; 8, 9 – зубчасті колеса; 10 – ланцюгова передача; 11, 12 – пасові передачі; 14 – важіль; 15 – гвинт; 16 – гайка

Подача борошна і рідких компонентів для замісу тіста виконується через горловину і патрубок 4, які розміщені на кришці 3. Борошно і рідкі компоненти подаються під час обертання місильних органів.

Замішування тіста здійснюється між лопатями, які обертаються і стінками корита. Після закінчення процесу замішування корито повертають на кут  $80^\circ$  кругом осі переднього вала. При цьому корито виходить із під стаціонарної кришки. Одночасно відкривається відкидна кришка 5 і тісто вивантажується через люк. Повертається корито від реверсивного електродвигуна 1, який через клинопасову передачу 11 обертає гвинт 15. Цей гвинт переміщає гайку 16, яка входить двома пальцями в поздовжні пази важеля 14, що прикріплений до днища корита. В результаті важіль повертає корито для вивантаження тіста.

Вимикання електродвигуна в кінцевих положеннях корита здійснюється автоматично за допомогою кінцевих вимикачів. Корито і всі елементи машини встановлені на станині 2. Елементи приводу машини закриті огороженнями.

#### 4. Тістомісильні машини безперервної дії.

Тістомісильні машини безперервної дії можуть мати один або два горизонтально розміщених робочих органи, які встановлені в стаціонарні

камери, або камеру, що обертається. В камері, що обертається, процес перемішування здійснюється за рахунок перекачування компонентів.

Тістомісильні машини із стаціонарними камерами призначені для змішування сипких і рідких компонентів та отримання пластичних сумішей з високим ступенем однорідності.

Для замішування цукрового тіста, з якого виробляють печиво, призначена місильна машина ШТ-1М (рис. 8.8). Вона містить камери попереднього 7 і кінцевого 24 змішування компонентів, які розміщені у вертикальній площині, станину і механізми приводу. В камерах знаходяться вали з лопатевими мішалками.

Камера попереднього змішування має завантажувальний патрубок 9 для сипких компонентів і штуцер 11 для рідких. Камера 7 з'єднана вертикальним з'єднувальним патрубком 4 з камерою 24. Вихід тіста здійснюється через щілину між кришкою 13 і камерою 24, ширина якої регулюється важелем 12.

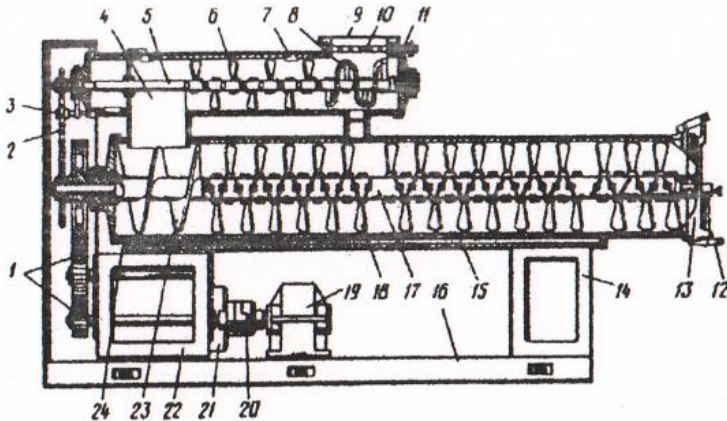


Рисунок 8.8 – Тістомісильна машина ШТ-1М: 1 – зубчаста передача; 2 – ланцюгова передача; 3 – натискна зірочка; 4 – патрубок; 5 – вал; 6 – лопаті; 7 – камера попереднього змішування; 8 – стрічковий шнек; 9 – завантажувальний патрубок; 10 – перфорована труба; 11 – штуцер; 12 – важіль; 13 – кришка; 14, 22 – стійки; 15 – водяна сорочка; 16 – фундаментна плита; 17 – місильний вал; 18 – лопаті; 19 – редуктор; 20 – муфта; 21 – електродвигун; 23 – шнек; 24 – місильна камера

Машина працює наступним чином. У завантажувальний патрубок 9 подається борошно, а через штуцер 11 до перфорованої труби 10 насосом дозатором нагнітається емульсія. Емульсія містить цукор, жир, молоко, сіль, меланж та інші компоненти. Всередині камери обертається вал 5, обладнаний

лопатями 6 і двома витками стрічкового шнека 8, який просуває компоненти всередину камери. Місильні лопаті 6 виконані у вигляді секторів з листової сталі і встановлені за гвинтовою лінією під кутом  $35 - 45^\circ$  до осі вала 5. Кожна лопать відносно попередньої розвернута на кут  $90^\circ$ . Таке встановлення лопатей забезпечує одночасно з замісом рух тіста вздовж камери.

Тістоподібна маса з камери попереднього змішування 7 патрубком 4 поступає в місильну камеру 24. Спочатку суміш захоплюється витком шнека 23 місильного вала 17, а потім інтенсивно переміщується лопатями 18.

Замішане тісто виходить з місильної камери через отвір, який прикриває кришка 13. Кришка 13 обладнана важелем 12, яким міняють переріз вихідного отвору і регулюють тим самим інтенсивність замісу тіста.

Корпус місильної камери 24 обладнаний водяною сорочкою 15, яка розділена на дві зони, що дозволяє створити різний температурний режим на початку і в кінці замісу. Місильна машина встановлена на двох стійках 14 і 22, закріплених на фундаментній плиті 16.

Привод валів виконується від електродвигуна 21 через редуктор 19, муфту 20, зубчасту передачу 1 таланцюгову передачу 2.

Інтенсифікації процесу перемішування твердої і рідкої фаз, скороченню тривалості замішування і покращенню якості суміші сприяють віброзмішувальні машини.

Лопатевий віброзмішувач ШВС-1 (рис. 8.9, а) являє собою камеру 2 із щоками 6 та противагою 8, які утворюють коробчасту конструкцію, всередині якої розміщений динамічний вібратор 7.

Дисбаланс виконаний у вигляді двоопорного незрівноваженого вала, який обертається на роликівих сферичних підшипниках. На вал насаджені диски з противагами. Вся система встановлена на гнучких пружинних опорах 4, які забезпечують можливість поступального переміщення конструкції по замкнутій коловій або еліпсоїдній траєкторії в площині, перпендикулярній осі вібратора.

Всередині корпусу 2 обертаються у протилежних напрямках два лопатевих вали 3, які приводяться в рух від електродвигуна через редуктор. Привід дисбалансного вібратора здійснюється від окремого електродвигуна.

Завантаження змішувача сировиною здійснюється через приймальний бункер 1, а вивантаження тіста – через вивантажувальний патрубок 5.

Вали 1 і 2 (рис. 8.9, б) розміщені в місильній камері 7 змішувача і мають лопаті 6, які встановлені під кутом до осі вала. Це забезпечує не тільки перемішування компонентів, але і їх просування в місильній камері.

Для того, щоб під час роботи машини мастило із підшипникового вузла 3 не попадало в місильну камеру, між ними встановлені манжети 5. Щільність з'єднання між манжетою і валом забезпечується притискною втулкою 4.

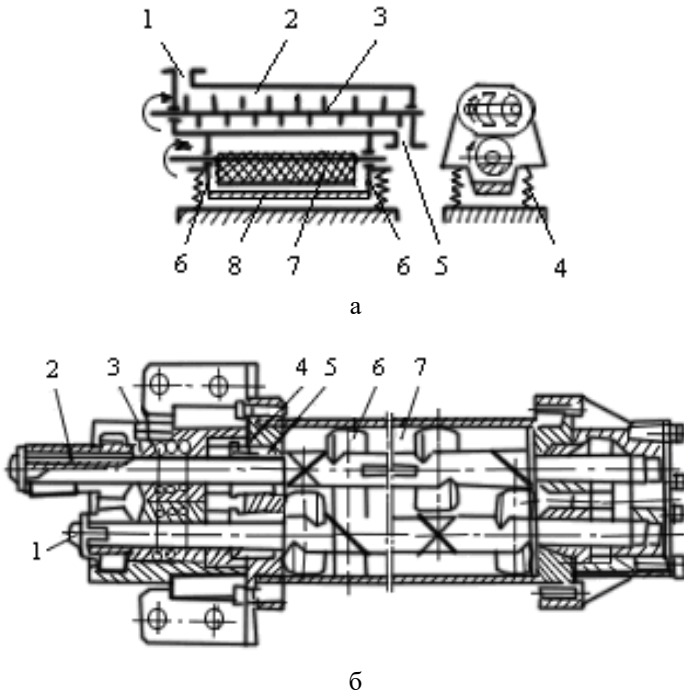


Рисунок 8.9 – Лопатевий віброзмішувач ШВС-1:  
 а) схема змішувача: 1 – приймальний бункер; 2 – місильна камера; 3 – місильні вали; 4 – пружинні опори; 5 – вивантажувальний патрубок; 6 – шоки; 7 – динамічний вібратор; 8 – противага;  
 б) місильна камера: 1, 2 – вали; 3 – підшипниковий вузол; 4 – притискна втулка; 5 – манжета; 6 – лопать; 7 – місильна камера.

Для нанесення сипкого або рідкого продукту на виробі шляхом перемішування застосовуються барабанні змішувачі безперервної дії з камерою, яка обертається. Вони призначені для глянцювання пеива, карамелі, нанесення цукру на карамель і формовий мармелад і т.д.

### 5. Машини для перемішування м'ясних порід.

У ковбасному і м'ясному виробництві після подрібнення сировини її перемішують з інгредієнтами рецептур для отримання однорідних систем. Вибір способу перемішування і обладнання для виконання цієї операції визначається метою перемішування і агрегатним станом середовищ, які обробляються. Існують наступні види перемішування: механічне – за

допомогою мішалок різної конструкції; пневматичне – стиснутим повітрям, парою або інертним газом; циркуляційне – за допомогою насосів і сопел; потокове – неперервне перемішування за рахунок інтенсивної взаємодії в потоці двох або більше різноманітних рідин.

В м'ясній промисловості найбільше поширення отримало механічне перемішування. Для перемішування застосовують механічні мішалки, фаршмішалки, фаршезмішувачі та ін. Змішувачі можуть бути як безперервної, так і періодичної дії.

Робочим органом мішалок є змішуючі пристрої. Їх конструктивні особливості залежать від виду сировини, яка змішується і виходу готової продукції. Змішуючі пристрої бувають вертикальні і горизонтальні. Типи лопатей мішалок представлені на рис. 8.10.

Вертикальні змішуючі пристрої для рідких і слабо в'язких продуктів входять в склад вертикальних місткостей і являють собою змішувальні вали, які обертаються з різними за формою і розміщенням лопатями. Лопаті на валу закріплені горизонтально, похило і вертикально. Обертання горизонтальної лопаті створює рух продукту в її площині обертання і слабе перемішування по вертикалі. Для змішування продуктів різної щільності використовують похилі вертикальні лопаті. Вони забезпечують перемішування по всьому об'єму.

Вертикальні змішуючі пристрої з якірними лопатями застосовують в варочних, плавильних, екстракційних і деяких інших апаратах.

Вертикальними змішувачами з гвинтовими і пропелерними лопатями обладнанні апарати, які потребують не тільки інтенсивного перемішування по всьому об'єму, але і створення визначеного направленої руху.

Гвинтові горизонтальні змішувачі фаршмішалок мають два вали. Які обертаються з різними кутовими швидкостями на зустріч одна одній. На валах розміщені різні лопаті: гвинтові, z-подібні, спіральні та інші. Положення і конструкцію лопатей підбирають таким чином, щоб при підніманні лопаті вгору фарш подався від краю до центру, а при опусканні – навпаки. Із двох лопатей, які обертаються, ведуча має кутову швидкість в 1,3 – 2 рази меншу, ніж ведена.

Лопатеві змішувачі будовою подібні до гвинтових, де гвинтова поверхня замінена на косо поставлені лопаті. Ці лопаті на валу утворюють перервну поверхню, яка не тільки перемішує масу, але і зсуває її вздовж осі вала. Косо поставлені лопаті можуть мати форму прямокутника, або трапеції, яка розширюється від центра вала. В поперечному січенні лопаті розміщені під кутом 120°.

Спіральні змішувачі застосовують для перемішування компонентів фаршу. Спіраль – це гвинтова смуга прямокутного січення, яка консольно вставляється на валу, або має опорні осі на протилежному кінці. Кріплення до вала жорстке. Спіралі розміщуються в жолобах діж, яких може бути від

одного до трьох. Змішувачі з z-подібними і гвинтовими лопатями. Частіше всього використовуються в фаршмішалках. Практика показала доцільність їх використання. Ними досягається найбільш повний ефект змішування.

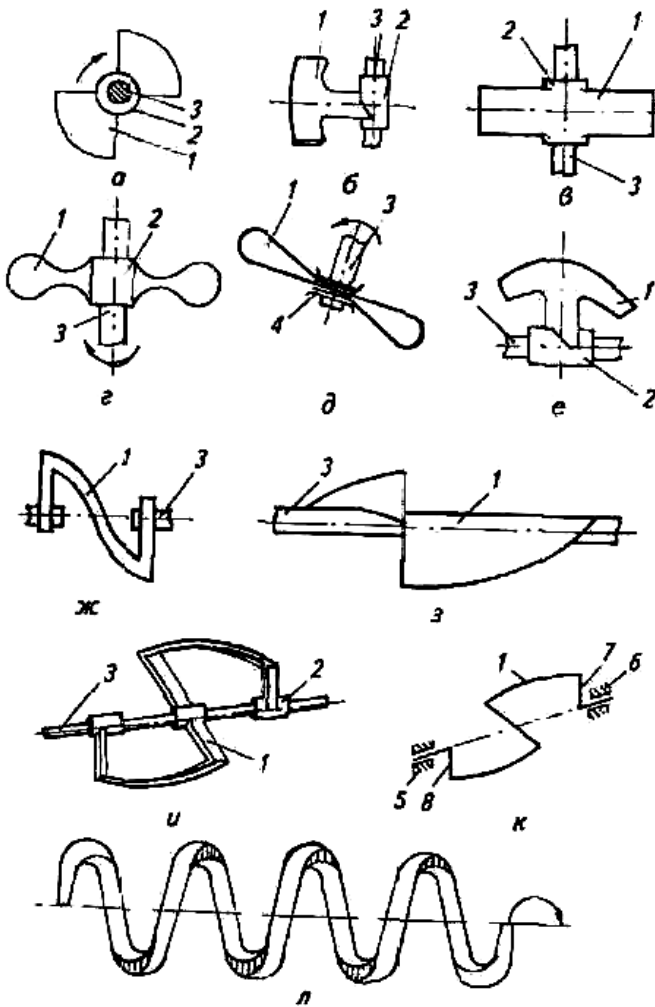


Рисунок 8.10 – Лопаті мішалок: а – горизонтальна; б – похила; в – вертикальна; г – пропелерна; д – спеціальна; е – якірна; ж – z-подібна смужкова; з – z-подібна парусна; и – z-подібна лита; к – гвинтова; л – спіральна: 1 – лопать; 2 – втулка; 3 – вал; 4 – шайба спеціальна; 5, 6 – ліва і права цапфи; 7 і 8 – радіальні важелі

Фаршезмішувач із змінною чашею (рис. 8.11) має дві частини: стаціонарну і пересувну. Стаціонарна частина фаршезмішувача складається із плити, пустотілої стійки і кулачкової мішалки. У верхній частині стійки розміщений черв'ячний вал 9, який обертається в двох підшипниках. Черв'ячний вал 9 обертає черв'ячне колесо 8, яке жорстко зв'язане з валом кулачкової мішалки. Разом з черв'ячним колесом 8 мішалка може обертатися кругом центра черв'ячного вала 9, що необхідно при змінні чаші. В нижній частині розміщений електродвигун, який через ланцюгову передачу приводить в обертотвий рух черв'ячне колесо 8 і кулачкову мішалку. Крім цього, електродвигун через ланцюгову передачу 13 обертає черв'ячний вал 14.

Пересувна частина фаршезмішувача складається із чаші. Яка закріплена на валу черв'ячного колеса 3. Чаша і черв'ячне колесо 3 знаходяться на трьох колісному візку. Змішувач має запобіжний щит, який кріпиться до важеля пускового пристосування.

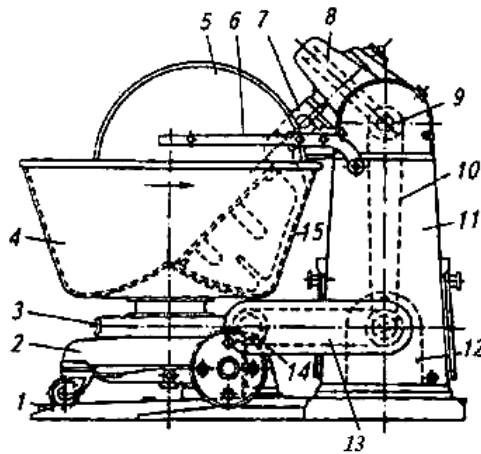


Рисунок 8.11 – Фаршезмішувач з пересувною чашею:

1 – плита; 2 – візок; 3, 8 – черв'ячні колеса; 4 – чаша; 5 – запобіжний щит; 6 – важіль; 7 – вал кулачкової мішалки; 9, 14 – черв'ячні вали; 10, 13 – ланцюгові передачі; 11 – стійка; 12 – електродвигун; 15 – мішалка.

Фаршезмішувач працює наступним чином. Чашу завантажують і вона на візку подається до стаціонарної частини фаршезмішувача. Для правильного і точного зчеплення черв'ячного вала 14 з черв'ячним колесом 3 на плиті знаходяться спеціальні канавки для коліс чаші і фіксатор для платформи візка.

Після зачеплення черв'ячного вала 14 з колесом 3 мішалка опускається в чашу. Опускається також запобіжний щит і важіль, вмикається

електродвигун і починається перемішування продукту. В процесі роботи чаша безперервно обертається кругом осі черв'ячного колеса 8, чим забезпечується рівномірне перемішування продукту. Після закінчення перемішування вимикають електродвигун, піднімають важіль разом з запобіжним щитом і чашу на візку відкочують від стаціонарної частини фаршмішалки.

Фаршезмішувач А1-ФЛВ/2 (рис. 8.12) призначений для змішування фаршу з рідкими і сипучими компонентами та транспортування приготовленої суміші в подрібнювач для тонкого подрібнення. Його застосовують в ковбасному виробництві в агрегаті А1-ФЛВ/5, який входить до складу комплексу обладнання для приготування фаршу А1-ФЛВ, а також самостійно.

Змішувач має раму, на якій змонтована діжа місткістю 0,34 м<sup>3</sup>. В діжі з частотою 0,97 с<sup>-1</sup> обертаються два спіралеподібні шнеки 4 діаметром 396 мм кожен. До складу змішувача входять також привід перемішуючих шнеків, ексцентриково-лопатевий насос з приводом і фаршепроводом. Діжа обладнана захисними решітками перемішуючих шнеків, які обертаються від електродвигуна через редуктор, ланцюгову передачу і коробку передач.

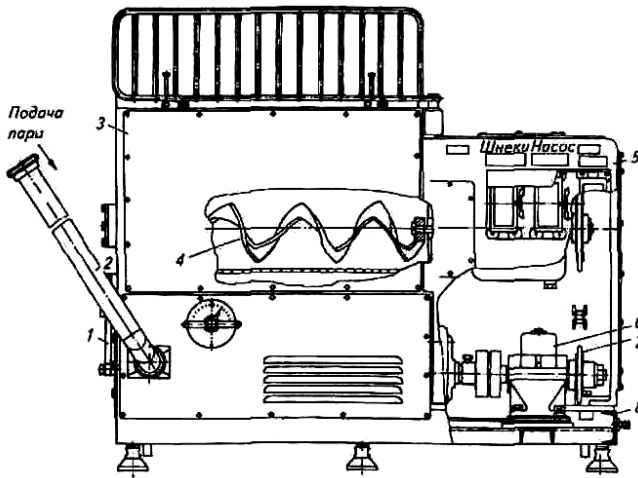


Рисунок 8.12 – Змішувач А1-ФЛВ/2: 1 – насос; 2 – фаршепровід; 3 – діжа; 4 – шнек; 5 – привід; 6 – коробка передач; 7 – зірочка; 8 – рама

Зважену сировину завантажують в діжу змішувача, куди одночасно із відповідних дозаторів поступають основні компоненти фаршу. Шнеки обертаються на зустріч один одному і перемішують фаршеву масу до рівномірного розподілу складових частин. Тривалість процесу перемішування

залежить від технологічних вимог. Готовий фарш через розвантажувальний отвір в діжі насосом під тиском транспортується по фаршепроводу в подрібнювач.

Вібраційна обробка фаршу під вакуумом при виробництві варених і напівкопчених ковбас значно інтенсифікує процес приготування фаршу без попередньої витримки сировини в посолі. Під час цього забезпечуються оптимальні значення його структурно-механічних властивостей. Вібрація сприяє видаленню повітря із фаршу, який обробляється, що дозволяє отримати стабільну фаршеву масу, знижає пористість ковбас.

Вібромішувач Я2-ФФД (рис. 8.13) складається із станини, вібратора, змішувача, вакуумної і пневматичної систем, електрообладнання і підйомника.

Станина призначена для встановлення і закріплення вузлів вібромішувача та їх приводів.

Вібратор генерує механічні коливання, які передаються через корпус змішувача і перемішуючих органів м'ясної сировині. Вібратор являє собою збірну конструкцію із вала, змонтованого в підшипникових вузлах, на якому розміщені дисбаланси. Корпуси підшипникових вузлів прикріплюють болтами до спеціальних площадок корпусу змішувача.

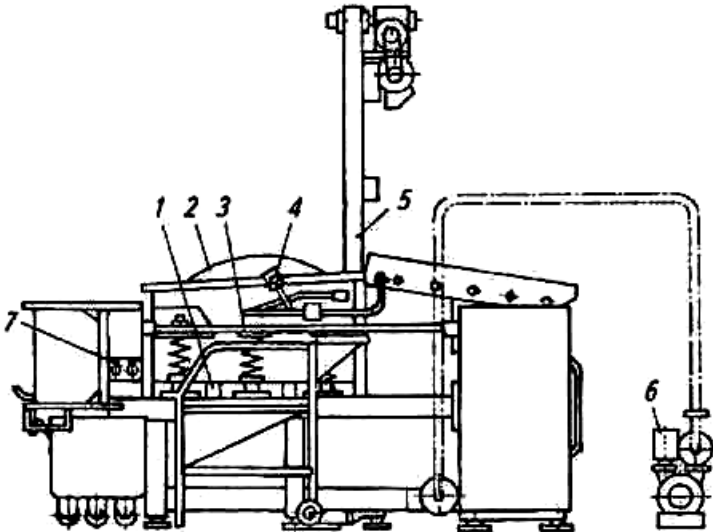


Рисунок 8.13 – Вібромішувач Я2-ФФД: 1 – вібратор; 2 – змішувач; 3 – станина; 4 – пневмосистема; 5 – підйомник; 6 – вакуумна система; 7 – електрообладнання.

Змішувач служить для перемішування компонентів фаршу при одночасній дії механічних коливань і вакууму, а також для вивантаження готового продукту через переднє вікно корпусу. Він складається із діжі, двох перемішувачів шнеків, верхньої і передньої кришок, двох пар силових пневмоциліндрів, які призначені для відкривання і закривання кришок та приводу. Корпус змішувача встановлюється на пружинних амортизаторах.

Вакуумна система призначена для створення у внутрішній зоні тиску 0,02 – 0,04 МПа і включає вакуумну станцію яка складається із вакуумного водокільцевого насоса ВВН-1,5М, магістралі подачі води до вакуум-насоса і зворотного клапана, вакуум-проводу, вхідного вакуумного клапана, який служить для забору повітря, яке видаляється із внутрішньої зони корпусу змішувача.

Пневматична система служить для очищення і підготовки стиснутого повітря, яке поступає із пневматичної магістралі цеху і подачі його до силових вузлів – пневмоциліндрів кришок змішувача.

Для механізації завантаження в змішувач м'ясної сировини та інших компонентів передбачений підйомник. Він складається із станини приводу, каретки, захвата для фіксації візка. Після піднімання на необхідну висоту захват повертає візок на 135° для вивантаження сировини у змішувач.

## **6. Машини для насичення харчових сумішей повітрям.**

Збивальні машини призначені для насичення повітрям цукеркових мас, кремів, тіста, зефірної маси.

Для приготування кремів та бісквітного тіста призначена збивальна машина МВ-35 (рис. 8.14). В чавунній станині 1 змонтовані привід збивача і механізм підйому бачка. Привід складається із електродвигуна 2, пасового варіатора, зубчастієї передачі і планетарного механізму.

Варіатор складається із двох шківів з розсувними рухомими конусними дисками паса 3 і механізму регулювання. Нижній диск ведучого шківів 4 закріплений на валу електродвигуна нерухомо, а верхній (підтиснутий пружиною) може переміщуватися відносно нижнього. У веденому шківі 5 верхній диск нерухомо закріплений на валу 6 зубчастієї передачі, а нижній може переміщуватися під дією вилки 7 і гвинта з маховиком 8 механізму регулювання. Внаслідок обертання маховика за годинниковою стрілкою діаметр робочої поверхні веденого шківів збільшується, а ведучого зменшується. Частота обертання збивача внаслідок цього зменшується. Внаслідок обертання маховика проти годинникової стрілки частота обертання збивача збільшується. Обертання від веденого шківів через вал-шестерню і зубчасте колесо 9 передається на вал 10 планетарного механізму 12, вісь якого співпадає з віссю бачка 16. В корпусі 13 планетарного механізму знаходиться вал 15 збивача 17 з шестернею. Під час обертання корпусу шестерня обкатується по нерухомому зубчастому колесі з внутрішніми

зубами. В результаті цього збивач одержує складний рух: швидко обертається навколо своєї осі і повільний рух навколо осі бачка. Збивач 17 кріпиться на кінці вала.

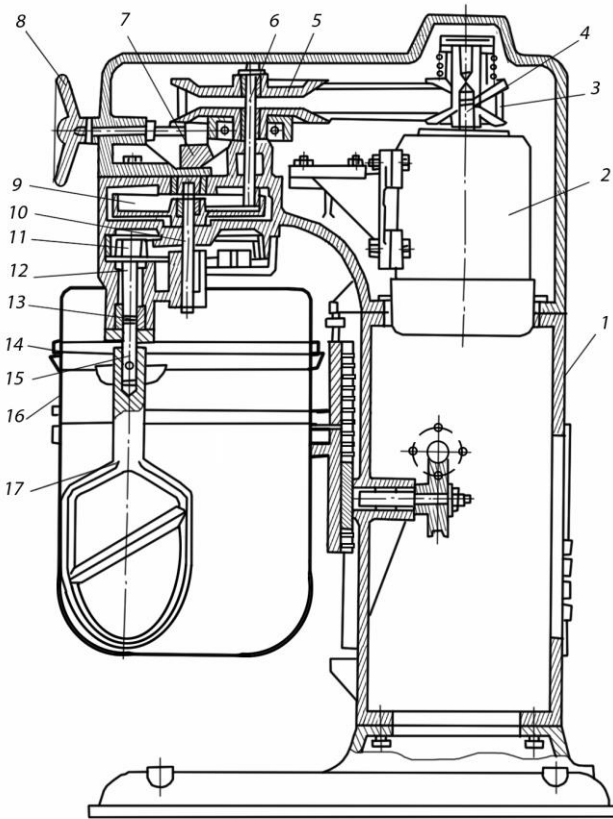


Рисунок 8.14 – Збивальна машина МВ-35: 1 – станина; 2 – електродвигун; 3 – пас; 4 – нижній диск ведучого шків; 5 – ведений шків; 6 – вал-шестерня; 7 – вилка; 8 – маховик механізму регулювання; 9 – зубчасте колесо; 10 – вал; 11 – нерухоме зубчасте колесо; 12 – планетарний механізм; 13 – корпус планетарного механізму; 14 – обичайка; 15 – вал; 16 – бачок; 17 – збивач

Залежно від виду продукту, що збивається застосовують один із чотирьох збивачів: замкнутий, гачкоподібний, чотирьохлопатевий і прутковий (рис. 8.15).

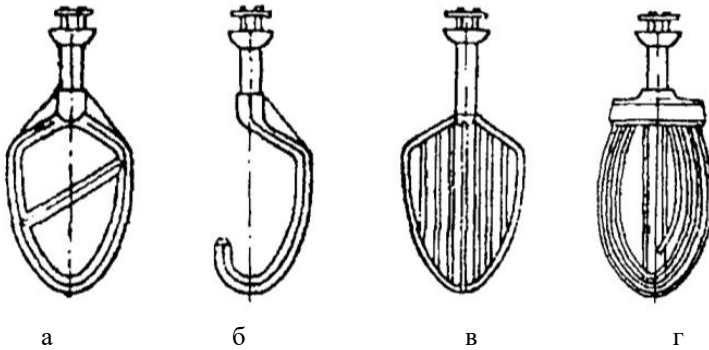


Рисунок 8.15 – Збивачі машини МВ-35: а – замкнутий; б – гачкоподібний; в – чотирьохлопатевий; г – прутковий

Для безперервного насичення зефірної маси повітрям шляхом інтенсивного перемішування призначений роторний відцентровий змішувач ШЗД (рис. 8.16).

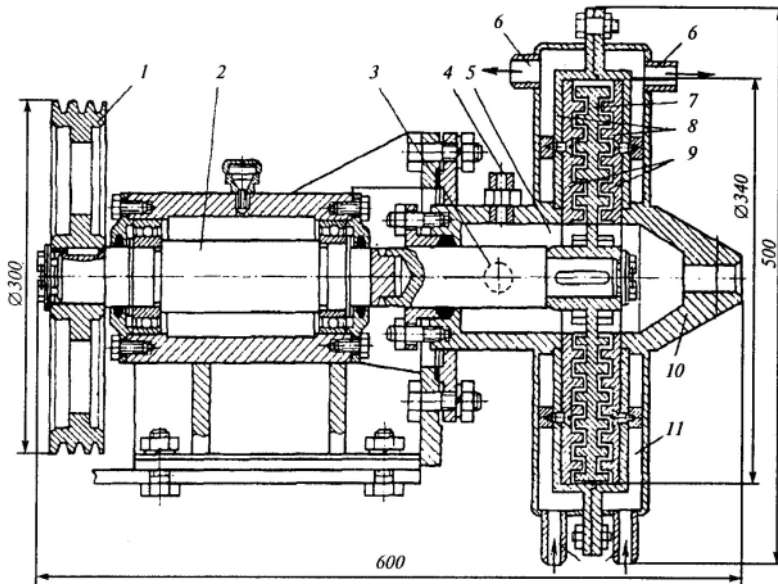


Рисунок 8.16 – Роторний відцентровий змішувач ШЗД: 1 – шків; 2 – вал; 3 – отвір для суміші; 4 – отвір для повітря; 5 – збивальна камера; 6, 12 –

патрубки для води; 7 – ротор; 8 – стінки збивальної камери; 9 – статор; 10 – отвір насиченої маси; 11 – водяна сорочка

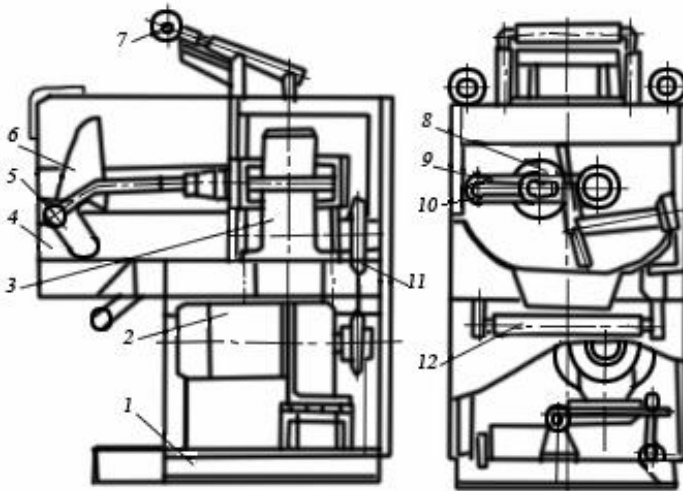
Він представляє собою роторний змішувач. Ротор 7 отримує обертання від шківів 1 через вал 2. В герметичну збивальну камеру 5 з водяною сорочкою 11 і патрубками 6 та 12 для води через боковий отвір 3 подається суміш, яка складається з яблучного пюре, яєчного білка і цукрово-паточного сиропу. Туди ж через отвір 4 поступає повітря під тиском 0,5 – 0,7 МПа. Рідка суміш і повітря попадають у простір між ротором 7 і двома нерухомими статорами 9, закріпленими на стінках 8 збивальної камери.

На внутрішній стороні кожного статора є зуби, які розміщені концентричними рядами. Між зубами статорів розміщені зуби ротора. Розміри зубів статора і ротора вибрані такими, щоб утворювався кільцевий канал хвилястої форми шириною 1 мм. Насичена повітрям маса виходить через отвір 10. Опинившись при атмосферному тиску бульки роздуваються і проходить структуроутворення зефірної маси.

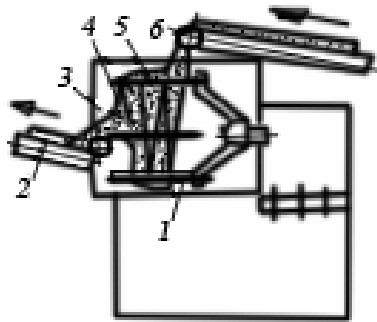
Для насичення карамельних мас повітрям так, щоб повітря в карамельній масі знаходилося у вигляді дрібних повітряних кульок, використовуються тягучі машини. Тягуча машина з обертовим рухом пальців марки Ж7-ШТП (рис. 8.17, а) складається з станини 1, на якій закріплені моторедуктор 2, коробка зубчастих передач 3, піддон 4, нерухомий палець 5 із знімачем 6 і два рухомих пальці 9. Моторедуктор з'єднаний з коробкою зубчастих передач ланцюговою передачею 11. Рухомі пальці закріплені на важелях 10, змонтованих на горизонтальних вихідних валах 8 коробки зубчастих передач.

Машина обладнана натяжним пристроєм 7 для монтажу подаючого конвеєра і роликком 12 для встановлення стрічки відвідного конвеєра. Вали машини обертаються в протилежні сторони з однаковою кутовою швидкістю.

Тягуча машина працює наступним чином. Карамельна маса завантажується в машину конвеєром 6 (рис. 8.17, б). Рухомі пальці 1 і 4 та нерухомий 5 розтягують і складають карамельну масу у вигляді ниток, насичуючи її повітрям під час складання. При цьому завдяки розміщенню пальців під кутом відбувається зміщення маси вздовж пальців до знімача 3. Насичена повітрям маса із вільних кінців пальців 1 і 4 накладається на знімач 3, а потім за допомогою розвантажувального пристрою вивантажується на відповідний конвеєр 2.



а



б

Рисунок 8.17 – Тягуча машина типу Ж7-ШТП:

а) загальний вигляд: 1 – станина; 2 – моторредуктор; 3 – коробка зубчастих передач; 4 – піддон; 5 – нерухомий палець; 6 – знімач; 7 – натяжний пристрій; 8 – вали; 9 – рухомі пальці; 10 – важелі; 11 – ланцюгова передача; 12 – ролик;

б) схема роботи: 1, 4 – рухомі пальці; 2 – відвідний конвеєр; 3 – знімач; 5 – нерухомий палець; 6 – подаючий конвеєр.

Перевагою такої машини є відсутність ручних операцій, стабільність якості маси, повне огороження робочих органів і наявність блокування на огороженні.

## **Лекція 9: Технологічне обладнання для формування та пресування**

*1. Призначення та класифікація дозувально-формувального обладнання.*

*2. Машини для формування котлет.*

*3. Машини для розкочування тіста.*

*4. Машини для поділу тіста й округлення порцій, дозатори крему.*

*5. Пресувальне обладнання.*

### **1. Призначення та класифікація дозувально-формувального обладнання.**

Формування – це процес надання продукції певної геометричної форми або розмірів шляхом пресування, прокочування та нагнітально-формувальних операцій. При реалізації цього процесу відбувається зміна зовнішньої форми сировинних матеріалів при майже постійних їх масі та об'ємі. Обробці формуванням підлягають здебільшого пластично-в'язкі тіла (тісто, фарш тощо). Ці матеріали здатні до пружних деформацій тільки до певної межі, за якою починають проявлятися пластичні властивості.

До формувального устаткування відносяться:

- машини для формування пельменів і вареників;
- машини для формування котлет;
- дільники тіста;
- машини для розкочування тіста;
- машини для відсаджування заготовок тіста;
- дозатори крему.

Пресування у харчовій промисловості використовується у різних технологічних процесах і з різною метою.

Однією з найпершої механізованої технології було пресове видавлювання рідкої фази з різноманітної сировини – соків фруктів та овочів, рослинних олій, жиру зі шкварок тощо.

Пресування також використовується для ущільнення чи підвищення компактності багатьох харчових напівфабрикатів та продуктів – брикетів та таблеток у харчоконцентратному виробництві, пресованого цукру-рафінаду, брикетного чаю.

За допомогою пресів відбувається формування різноманітних пластичних харчових продуктів – цукерок, порцій вершкового масла, ковбасних виробів, лоқшини тощо.

Пресування також використовується при екструзії – процесі, під час якого відбувається зміна фізико-механічних (чи реологічних) властивостей сировини, що переробляється у певні вироби. Екструзія використовується при виготовленні макарон, сухих сніданків а також при текстуру ванні (наданні

характерної волокнистості) мас рослинного походження, з яких виготовляють штучне вегетаріанське м'ясо.

В багатьох випадках під час пресування відбуваються комплексні процеси – наприклад, у макаронному виробництві водночас відбуваються і екструзія і формування; в олійному – разом з видушуванням олії відбувається формування макухи; під час формування вершкового масла з нього відтискаються надлишки сироватки і т. ін.

Класифікація пресів представлена на рис. 9.1.

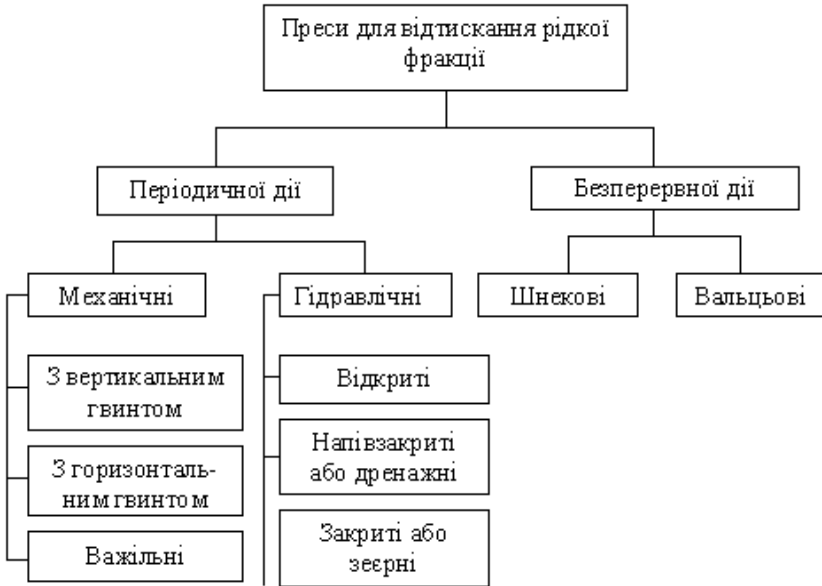


Рис. 9.1 – Класифікація пресів, які використовуються у харчовій промисловості

Фізична природа пресую чою зусилля здебільшого буває механічною, але запроваджується також і гідравлічні, пневматичні преси, а також їхні комбінації – гідромеханічні, пневмомеханічні тощо.

Преси харчової промисловості можуть бути як періодично, так і безперервно діючими. До пресів безперервної дії відносяться механічні преси таких видів: шнекові, вальцові, ексцентрикові, ротаційні, штангові, кільцеві, стрічкові. До пресів періодичної дії відносяться гідравлічні, механо-гідравлічні і пневматичні. Найбільше розповсюдження в харчовій промисловості набули шнекові і вальцеві преси безперервної дії і пневматичні преси періодичної дії. Існують різні конструкції шнекових пресів

з горизонтальним або вертикальним розміщенням пресуючих шнеків: одношнекові, двошнекові і багатошнекові.

## 2. Машини для формування котлет.

Принципова схема котлетоформувальної машини наведена на рис. 9.2.

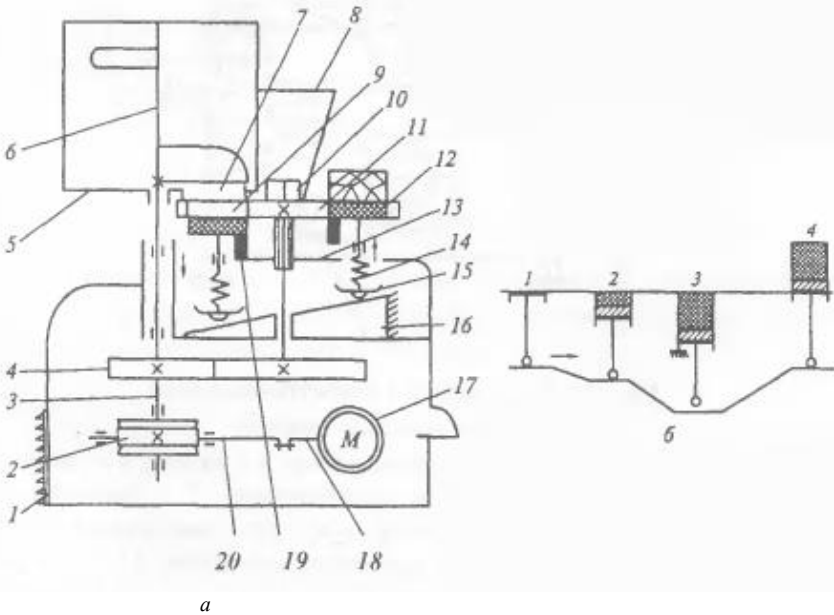


Рисунок 9.2 – Котлетоформувальна машина: а – принципова схема; б – циклограма руху поршня формуючого стола; 1 – корпус; 2 – черв'ячний редуктор; 3 – вал шнека-живильника; 4 – циліндрична передача; 5 – бункер для фаршу; 6 – шнек-живильник; 7 – отвір у бункері; 8 – бункер для сухарів; 9 – отвір; 10 – регулювальний гвинт; 11 – формуючий стіл; 12 – поршень; 13 – планка; 14 – пружини; 15 – штовхальник; 16 – торцевий копер; 17 – електродвигун; 18 – вал електродвигуна; 19 – упор; 20 – вал черв'ячного редуктора

Машина складається з корпусу, привода, робочого органу (формуючого столу), двох бункерів (для фаршу і сухарів), пускозахисної апаратури.

Привід знаходиться усередині корпусу і складається з: електродвигуна, черв'ячного редуктора, зубчастої передачі.

Формуючий стіл (робочий орган) виконаний у вигляді круглого диску з комірками, в яких знаходяться поршні. Поршні опираються за допомогою головки на спеціальний устрій – копір (це нерівна поверхня по колу). В центрі

формуючого столу знаходиться регулюючий гвинт для зміни ваги котлети: Б – велика вага, М – мала вага. Формуючий стіл кріпиться до корпусу гайками. В бункері для фаршу ємністю 10 л обертається лопатевий гвинт. Бункер для сухарів – 0,7л. Збоку знаходиться лоток, а над столом скидач.

Під час роботи обертальний формуючий стіл підводить по черзі комірки під бункер з сухарями, з фаршем і до скидача.

Поршень рухаючись по копіру під бункером з сухарями займає середнє положення (рівне товщині, паніровці); під бункером з фаршем саме низьке положення, а під скидачем саме високе положення. Скидач зсуває котлети на лоток і потім лопаткою укладають їх на лист не панірованою стороною. По закінченні роботи вимикають електродвигун, розбирають машину і проводять санітарну обробку.

Барабанні котлетоформувальні машини замість ротора містять формувальний барабан (рис. 9.3), в якому змонтовано ряд ковзаючих поршнів. За один оберт барабана поршні формують декілька котлет.

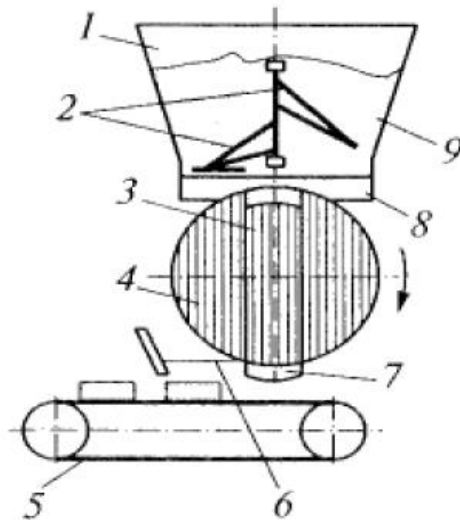


Рисунок 9.3 – Схема барабанної машини для формування котлет: 1 – бункер; 2 – лопатевий нагнітач; 3 – поршень; 4 – формувальний барабан; 5 – транспортер; 6 – струнний механізм; 7 – виріб; 8 – живильник; 9 – фарш

Змінний обертовий барабан притиснутий до живильника. Через спеціальну щілину із бункера за допомогою лопатевого нагнітача у живильник подається фарш. Внаслідок створення надлишкового тиску у живильнику фарш щільно заповнює простір над поршнем. У нижньому положенні поршні витісняють котлети на транспортер. Вироби відділяються від поршня струнним механізмом.

### 3. Машина для розкочування тіста.

Машина для розкочування тіста призначені для формування крутого пшеничного тіста пластинами чи стрічкою товщиною 1 – 50 мм.

Тісторозкочувальна машина МНРТ-130/600 (рис. 9.4) призначена для розкочування листового, пісочного і дріжджового тіста, а також тіста для пряників і локшини. Вона складається із таких основних частин: основи, лівого та правого конвеєрів, верхнього та нижнього розкочувальних валків, приводу валків, приводу конвеєрів, механізму регулювання зазору між валками, механізму керування машиною (ручного та за допомогою ноги), шкребків для обох валків, огороджувальних решіток. Машина може працювати з двома частотами обертів,  $\text{хв}^{-1}$ : 750 і 1500. Зміна частоти обертів здійснюється перестановкою перемикача перед початком роботи.

Машина встановлена на чотирьох колесах (для забезпечення переміщення) і укомплектована стабілізаторами для забезпечення стійкості під час роботи. Крім цього, машина має механізм, який призначений для швидкого знімання конвеєрів, що дає можливість легко від'єднувати їх від остова для заміни транспортних стрічок, ремонту, санітарного оброблення, а також забезпечує компактність машини під час транспортування.

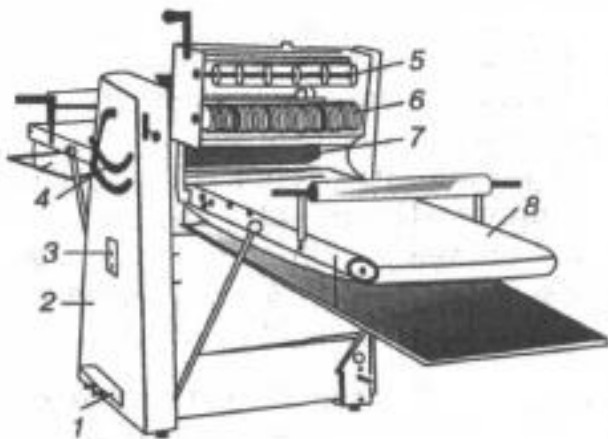


Рисунок 9.4 – Машина МНРТ-130/600 для розкочування тіста: 1 – керування за допомогою ноги; 2 – корпус; 3 – ручне керування; 4 – механізм регулювання зазору; 5 – борошнопросіювальна місткість; 6 – запобіжна решітка; 7 – валок; 8 – конвеєр

Для уникнення накручування тіста на валки в машині передбачено два скребки, а для запобігання налипанню тіста на валки – борошнопросіювальну

місткість. Борошнопросіювальну місткість встановлюють над валками, і під час роботи вона постійно струшується і, отже, тісто посипається борошном.

Після роботи борошнопросіювальну місткість встановлюють нерухомо.

Принцип дії тісто розкочувальної машини наступний: підготовлене тісто масою не більш як 10 кг і розкачане вручну до товщини 70 мм укладають на лівий конвеєр і спрямовують до обертових валків, які захоплюють тісто і розкочують його. Після цього тісто потрапляє на правий конвеєр.

Розкочують тісто в 2 – 3 прийоми, змінюючи зазор між валками.

#### **4. Машини для поділу тіста й округлення порцій, дозатори крему.**

Машини для поділу тіста застосовуються переважно в закладах ресторанного господарства великої і середньої потужності для порціювання великої кількості тіста на заготовки визначеної маси – від 0,05 до 1,2 кг. Середня продуктивність машин становить близько 500 – 700 порцій/год.

У більшості машин реалізується один із трьох способів поділу тіста:

- видавлювання тіста шнеком через спеціальний конус, від внутрішнього діаметра якого залежить порція продукту, відділена від основної маси; відміряна об'ємна порція зазвичай відрізається автоматично керованим ножом;

- видавлювання тіста поршнем з обертового барабана (за принципом барабаних формувальних машин); подача тіста в ділильний барабан може здійснюватися як при надлишковому тиску, так і в умовах вакууму;

- продавлювання тіста поршнем через матриці; поршень приводиться в дію від механічної або гідравлічної системи.

Машини для округлення порцій тіста призначені для покращання структури, розгладжування пор на поверхні порції, надання поділим порціям кулястої форми, тому в основному працюють у парі з машинами для поділу тіста. Для малих виробництв випускаються комбіновані машини, що поєднують функції машин для поділу тіста й округлення порцій.

Машина тістоділильна А2-ХПО/5 призначена для поділу тіста із пшеничного борошна на заготовки масою 0,09 – 0,9 кг (рис. 9.5).

Тістоділильна машина складається зі станини, ділильного пристрою, приймальної лійки, стрічкового конвеєра, борошнопідсипача, пульта керування, системи змащення, приводів машини й стрічкового конвеєра.

Тісто із приймальної лійки нагнітається поршнем у камеру ділильного пристрою і відсікається ножом. При зворотному русі нагнітального поршня тісто надходить у мірну камеру, розміщену на рухомій плиті дозувального пристрою, й переміщає дозувальний поршень. При русі плити вниз відтинається шматок тіста певної маси що потім виштовхується дозувальним поршнем на стрічку конвеєра.

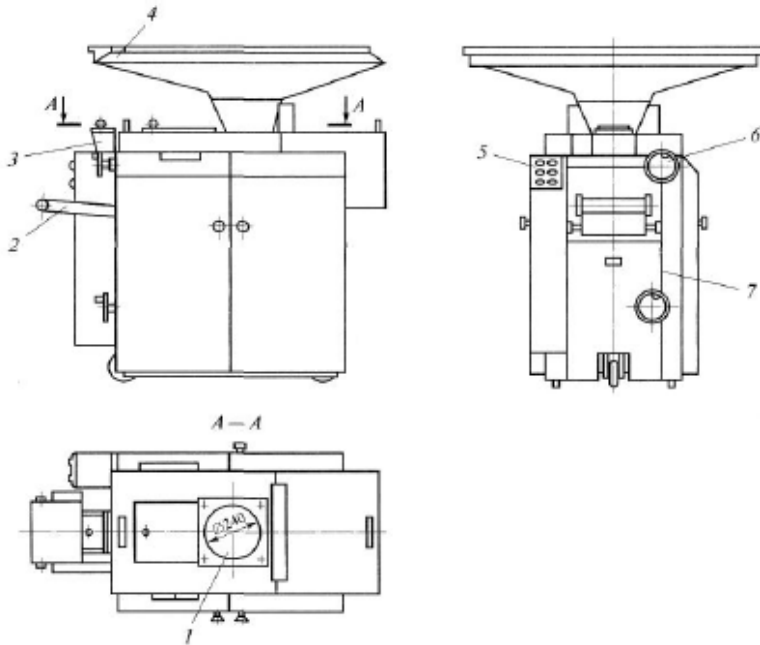


Рисунок 9.5 – Тістоділильна машина А2-ХПО/5: 1 – ділильний пристрій; 2 – стрічковий конвеєр; 3 – підсипач борошна; 4 – приймальний отвір; 5 – пульт керування; 6 – механізм регулювання маси шматків тіста; 7 – станина

Для регулювання маси шматків тіста за допомогою регулювального механізму можна змінювати хід дозувального поршня, тим самим змінюючи масу тіста, що подається нагнітальним поршнем у мірну камеру. Для запобігання прилипання заготовок до стрічки конвеєра подається порціями борошно.

Система змащення робочих органів ділильного пристрою складається з бачка для масла, плунжерного насоса, системи мастил проводів, місткості для збирання відпрацьованого масла.

Машина тістокруглювальна А2-ХПО/6 призначена для округлення заготовок тіста із пшеничного борошна масою 0,09 – 0,9 кг. Складається з корпусу, приводу, спіралі, двох борошнопідсипачів, повітродувного пристрою, лотка й електроустаткування (рис. 9.6).

Корпус має основу, каркас, чотири поворотні колеса. Привод складається з електродвигуна, двоступінчастої клинопасової передачі, проміжної опори, вала, на якому закріплено виготовлений із чавуну конус. На зовнішній поверхні конуса виконані поздовжні канавки.

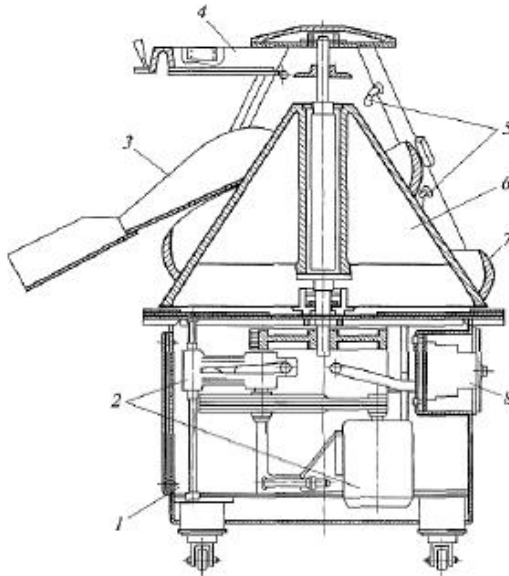


Рисунок 9.6 – Машина для округлення тіста А2-ХПО/6: 1 – корпус; 2 – привод; 3 – лоток; 4 – борошнопідсипач; 5 – повітродувний пристрій; 6 – конус; 7 – спіраль; 8 – електричне обладнання

До спіралі, яка складається з сімох секцій, шарнірно кріпиться лоток, що може займати два положення: при нижньому – заготовка проходить по лотку, при верхньому – під ним, не торкаючись його. Секції утворюють два спіральні канали. Після виходу з першого, що складається із трьох секцій, шматки тіста подаються у другий канал. Робочі поверхні секцій покриті фторопластовим лаком, а до лотка прикріплено войлок. Кожна секція кріпиться до каркаса двома гвинтами й має чотири гвинти для регулювання положення секцій спіралі щодо конуса.

Кожен борошнопідсипач складається з корпусу й сита. Сито із дротяної сітки здійснює горизонтальний зворотно-поступальний рух. Один із борошнопідсипачів розташовано над місцем вивантаження заготовок тіста, інший – під кутом  $90^\circ$  до першого.

Повітродувний пристрій має вентилятор, що складається із двигуна із крильчаткою, нагрівача, повітропроводу і сопла, розміщених на каркасі над спіраллю. Електроустаткування призначене для керування роботою приводу машини і вентилятора, увімкнення ТЕНів.

Шматки тіста від тістоділильної машини надходять на нижню частину спіралі. Під дією обертального конуса заготовки піднімаються по спіралі догори, набуваючи при цьому кулястої форми, і по лотку скочуються

на конвеєр подачі їх у шафу попереднього вистоювання. Борошнопідсипач і повітродувний пристрій перешкоджають можливому прилипанню тіста до спіралі й конуса. Використання одного або двох борошнопідсипачів, а також повітродувного пристрою з підігрівом або без нього визначається технологічним процесом. Кількість борошна, що подається на підсипання, регулюється вручну зміною амплітуди коливання сита.

Дозатор крему (рис. 9.7) призначений для наповнення кремом трубочок із заварного тіста.

Він складається із привода з електродвигуном, підставки, дозуючого пристрою, бачка для крему, механізму регулювання дози, захисного кожуха й електрощита.

У корпусі дозуючого пристрою 13 розміщений поршень 11 і кран 14, призначений для почергового з'єднання під поршневого простору з бачком для крему й штуцером. Штуцер комплектується двома насадками 15 для видавлювання крему в заготовлю тістечка. На торці крана закріплений сигналізатор видачі крему, пофарбований у білий і червоний кольори. Для запобігання осьового зсуву крана на корпусі дозуючого пристрою встановлений обмежувач. Корпус кріпиться до підставки.

У бачку перебуває поплавець 12 з показником рівня крему. Показник виступає над кришкою, верхня частина його пофарбована в червоні кольори.

Приводним пристроєм дозатора служить електродвигун 5, з'єднаний клинопасовою передачею 4 із черв'ячним редуктором 3. На вихідному валу редуктора розташовані два кулачки (2 і 7) і палець кривошипа 1. Кривошипно-шатунний механізм служить приводним пристроєм крана. Шатун з'єднаний із краном підпружиненим пальцем. Кулачок 7 за допомогою важеля з'єднаний із шатуном поршня. Замикання важільно-кулачкового механізму здійснюється пружинами 17. Кулачок 2 управляє важелем, на одному кінці якого перебувають щуп і тяга 16, з'єднана за допомогою вилки й регульовальної гайки з гальмовою стрічкою. Інший кінець важеля взаємодіє з мікро вимикачем, призначеним для відключення електродвигуна при відсутності заготовлі тістечка в момент видачі дози крему.

Основна частина механізму регулювання дози крему – регульований упор 8, що є обмежником зворотного ходу поршня. Рукоятка 10, що регулює положення упору, винесена на передню стінку кожуха. З упором з'єднана стрілка-показник 9, розташована проти вікна зі шкалою на правій стінці кожуха. Верхня частина кожуха змонтована на петлях і є відкидною. При відкинутій верхній частині кожуха електродвигун блокується мікро вимикачем.

Для доступу до рукоятки 6 для натягу паса й до запобіжників у кожусі передбачені вікна, що закривають знімними кришками. На передній стінці кожуха перебуває збірник крему. На електрощиті встановлений мікро вимикач, магнітний пускач і запобіжники.

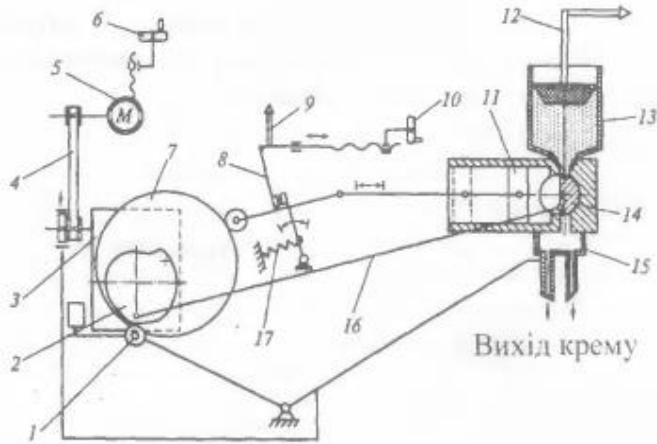


Рисунок 9.7 – Кінематична схема дозатора крему: 1 – палець кривошипа; 2, 7 – кулачки; 3 – черв'ячний редуктор; 4 – клинопасова передача; 5 – електродвигун; 6 – рукоятка натягу паса; 8 – упор, що регулюється; 9 – стрілка-показчик дози крему; 10 – рукоятка для регулювання положення упору; 11 – поршень; 12 – поплавок з показчиком рівня крему; 13 – дозуючий пристрій; 14 – кран; 15 – насадки; 16 – тяга; 17 – пружини

Робочий цикл дозатора складається із двох періодів – заготівлі дози крему й подачі її в тістечко. Заготівля дози крему відбувається при білому кольорі сигналізатора. У цей час кран з'єднує під поршневий простір з бачком, і поршень, рухаючись назад, засмоктує з бачка дозу крему. Видача дози крему відбувається при червоному кольорі сигналізатора. При цьому кран повертається, перекриває вихід крему з бачка й з'єднує під поршневий простір з насадками, а поршень, рухаючись уперед, подає дозу крему в заготівлі тістечок. Під час першого періоду робочого циклу важіль приділяється кулачком кривошипного механізму від мікро вимикача, електричний ланцюг електродвигуна залишається замкнутої й дозатор працює, заготовляючи дозу крему незалежно від наявності заготівлі тістечка на насадці. Одночасно із цим тяга піднімається, стрічка гальма приділяється від шківів, і оператор, що обслуговує дозатор, знімає з насадок наповнені кремом тістечка й наколює на насадки нові заготовки.

Під час другого періоду кулачок не стосується важеля. При відсутності заготовок тістечок на насадках шуп опускається й важіль одним кінцем натискає на мікро вимикач, розмикаючи електричний ланцюг електродвигуна. Одночасно тяга важеля затягує стрічку гальма на шківів й

доза крему не видається. Якщо в цей час на насадку наколоти заготовку тістечка, шуп піднімається, відводячи важіль від мікро вимикача, а стрічку гальма від шківів, і дозатор продовжує роботу.

Таким чином, при ритмічній подачі заготовок тістечок на насадки дозатора останній працює в безперервному режимі, а при припиненні подачі заготовок – автоматично зупиняється.

## 5. Пресувальне обладнання.

Пресування – процес, при якому оброблювана сировина піддається тиску. У закладах ресторанного господарства пресувальне устаткування використовується для відтискання рідини із твердих матеріалів і формування пластичних матеріалів.

У харчовій промисловості для віджимання рідин використовують преси найрізноманітніших конструкцій періодичної та безперервної дії. Їх поділяють на такі групи: механічні, гідравлічні та пневматичні. Найбільше користуються гідравлічним пресом. Він діє періодично і приводиться у рух за допомогою рідини, яка нагнітається насосом високого тиску. Застосовують прес із двома або трьома платформами, одна з яких знаходиться під тиском, а інші – на розвантаженні вичавок і завантаженні м'язги.

На рис. 9.8 наведено принципову схему гідравлічного преса.

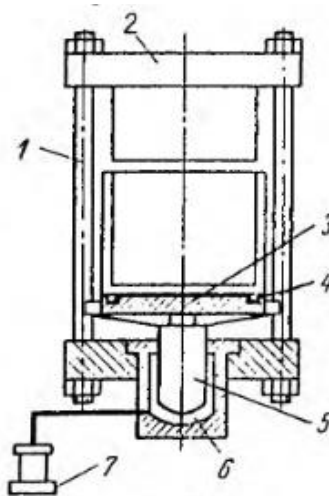


Рисунок 9.8 – Схема гідравлічного преса: 1 – колона; 2 – нерухома плита; 3 –плита-траверса; 4 – чашка; 5 – плунжер; 6 – циліндр; 7 – насос

Принцип роботи гідравлічного преса наступний. Пакети з м'язгою укладають на плиту 3. Після цього у робочий циліндр 6 насосом 7 під тиском подається мінеральне масло, яке примушує плунжер 5, з'єднаний з плитою-траверсою 3, рухатися вгору. Плита 3 піднімається по направляючих колонах 1, які з'єднані з верхньою нерухомою плитою 2. Віджата рідина (сік чи олія) збирається в чашці 4 на траверсі 3.

М'язгу закладають у плоскі пакети із сукна (під час одержання олії) або мішковини чи лавсанової тканини (під час пресування плодів та ягід). Товщина шару м'язги в одному пакеті під час пресування плодів та ягід становить 50 – 80 мм, що сприяє більшому виходу соку. Ці пакети (кількістю до 15 – 25) укладають на рухому плиту-траверсу. Між пакетами поміщають сталеві листи або дренажні решітки. Робочий цикл такого пресу включає:

- завантаження траверси пакетами; підйом пакетів і притискання їх до верхньої плити, витік основної маси рідини за порівняно невисокого тиску (для олії – до 5 МПа);
- підвищення тиску (для олії – до 80 МПа);
- витримка під цим тиском; опускання траверси, розвантаження.

Останнім часом на підприємствах харчової промисловості преси періодичної дії замінюють пресами безперервної дії. Поширеними є шнекові преси. Пресуюче зусилля в цих пресах створюється одним чи декількома шнеками, які переміщують матеріал. На рис. 9.9 представлена схема шнекового преса, який використовують для віджимання олії, томатного, виноградного та інших соків із м'язги.

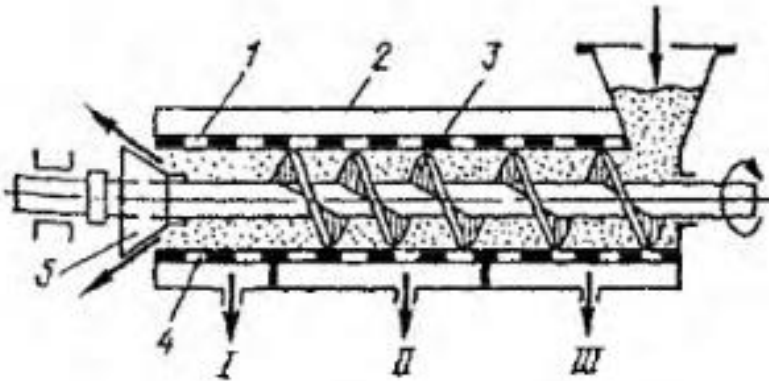


Рисунок 9.9 – Схема шнекового преса: 1 – перфорований циліндр; 2 – корпус; 3 – шнек; 4 – камера тиску; 5 – конус

У перфорованому циліндрі 1, розміщеному в горизонтальному корпусі 2, розташований шнек 3 з кроком, який зменшується. Шнек 3 призначений як для транспортування матеріалу, так і для віджимання з нього рідини, яка відводиться у вигляді різних фракцій через отвори в основі корпусу. Остаточне добування рідини досягається в камері тиску 4. Вихідний отвір преса закривається конусом 5, за допомогою якого регулюється ширина кільцевого зазору, а отже й ступінь віджимання рідини. Внутрішню частину циліндрів і вал таких шнеків роблять циліндричними або східчастими; витки шнеків виготовляють різними за профілем, довжиною і висотою.

Пресувальне устаткування також використовується для формування пластичних матеріалів та формування піци.

## **Лекція 10: Технологічне обладнання для проведення процесів теплообміну при обробці сировини і напівфабрикатів**

- 1. Класифікація теплообмінників.*
- 2. Обладнання для нагрівання, темперування і ошпарювання.*
- 3. Випарні і вакуум-випарні установки.*
- 4. Обладнання для сушіння харчових продуктів.*

### **1. Класифікація теплообмінників.**

В харчовій промисловості багато технологічних процесів (нагрівання, охолодження, темперування, випаровування, конденсація, кристалізація та ін.) проходять в умовах підведення або відведення теплоти.

Теплообмінні апарати класифікуються за декількома признаками. За способом передачі теплоти всі теплообмінні апарати можна розділити на дві основні групи: апарати змішування і поверхневі апарати.

В апаратах змішування продукт вступає у взаємодію з теплоносієм і нагрівається або охолоджується. В поверхневих апаратах теплота передається через стінку апарата (рекуперативні теплообмінники) або через насадку – теплота більш нагрітого теплоносія віддається твердому тілу – насадці, а потім насадка омивається холодним теплоносієм і віддає йому теплоту (регенеративні теплообмінники).

В якості теплоносія у виробництві харчових продуктів використовуються водяна насичена пара, повітря і вода. Переважаюче застосування водяної насиченої пари обумовлено зручністю її транспортування, легкістю регулювання кількості і температури, великою конденсацією, незначною агресивністю за відношенням до матеріалу трубопроводів та апаратів, невисокою вартістю. Крім цього, пару можна використовувати в умовах, коли неминуче дотикання її з харчовими продуктами.

За технологічним призначенням теплообмінні апарати поділяються на нагрівачі, охолоджувачі, бланшувачі, шпарники, стерилізатори, пастеризатори і сушарки.

За конфігурацією поверхні теплообміну теплообмінники бувають кожухотрубні, спіральні, ребристі, пластинчасті, змієвикові і комбіновані.

За принципом дії теплообмінники діляться на апарати періодичної і безперервної дії.

## 2. Обладнання для нагрівання, темперування і ошпарювання.

Для нагрівання рідких і напіврідких продуктів (томатне пюре, фруктовий сік), часткового уварювання сировини, яка використовується у виробництві продуктів харчування, використовують варильні котли.

Варильний котел Д9-41А (котел підігрівач) (рис. 10.1) складається з мідної напівсферичної чаші 8 з відбортований фланцем і циліндричної обичайки 2 з носиком для зливу готових мас. Чаша котла поміщена в сталеву зварену оболонку 9. За допомогою сталевго кільця, прокладки і болтів фланці мідної чаші і сталевго оболонки з'єднуються між собою. Порожнина між чашею і сталевго оболонкою утворює паровий простір.

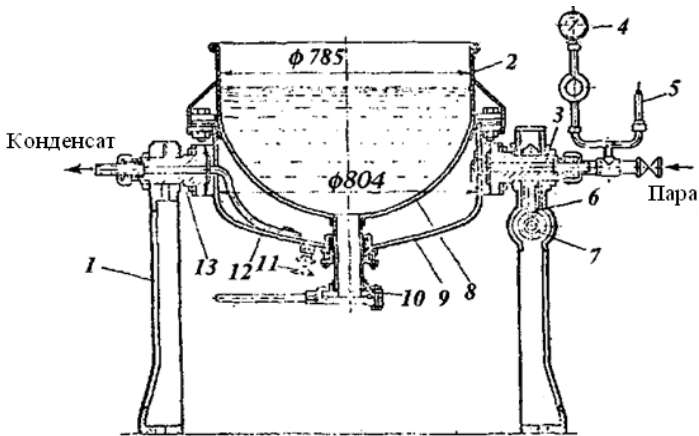


Рисунок 10.1 – Котел підігрівач Д9-41А: 1 – стояк; 2 – обичайка; 3, 13 – цапфи; 4 – манометр; 5 – запобіжний клапан; 6 – черв'ячне колесо; 7 – черв'як; 8 – мідна чаша; 9 – оболонка; 10 – патрубок із затвором; 11 – вентиль; 12 – труба для конденсату.

Котел монтується за допомогою пустотілих цапф 3 і 13 та підшипників на чавунних стійках. Подача пари, що гріє здійснюється через цапфу 3 і, а відведення конденсату по відповідній трубці 2 - через вентиль і цапфу 3; спуск

конденсату проводиться через трубу пустотілої цапфи 13. Один кінець відвідної трубки розташований в нижній частині парової сорочки для усунення можливості заповнення парового простору конденсатом. До котла встановлюється конденсатовідвідник.

Продування повітря з парового простору проводиться через спускний повітряний кран. На вхідній трубі для пари встановлені запобіжний клапан 5, що спрацьовує в разі підвищення тиску понад встановлений, і манометр 4 для контролю за тиском пари.

Вивантаження готової маси проводиться шляхом перекидання чаші за допомогою черв'ячної пари 6 і 7 та маховика з рукояткою, змонтованих на стойці з цапфою 3. Вивантаження маси і змив промивних вод може проводитися також через нижній зливний штуцер відкриттям затвора 10 або крана.

При пуску котла перед завантаженням його масою, що уварюється, відкривають кран для продувки і спуску повітря та вентиль 11 для спуску конденсату, відкривають вентиль для подачі пари, що гріє і виконують продувку парового простору, потім закривають продувні крани, вмикають конденсатовідвідник та поступово (щоб уникнути гідравлічних ударів) збільшують подачу пари, що гріє до досягнення нормального тиску.

В процесі роботи котла контролюють за манометром тиск пари, що гріє, не допускаючи підвищення його понад нормальний, і періодично випускають повітря через повітряний кран. Після розвантаження котла після закінчення роботи припиняють подачу пари, спускають конденсат, котел миють та висушують.

Для зміни температури рідких і в'язких середовищ (соків, сусл, фруктових мас і т.д.) використовують трубчасті теплообмінники. Прикладом найпростішого, найбільш поширеного типу підігрівача служить одноходовий трубчастий теплообмінник.

Одноходовий трубчастий теплообмінник (рис. 10.2) являє собою пучок трубок 3 розмішених в циліндричному кожусі 1. Трубки 3 вальцьовані в трубні решітки 2, які обмежують камеру з обох боків. До трубних решіток кріпляться розподільчі камери 5 з патрубками 4 для подачі та відведення продукту, який протікає всередині трубок. Кожух 1 має патрубки 7 для підведення і відведення теплоносія, який нагріває чи охолоджує продукт. Одноходовий кожухотрубний апарат розташовують вертикально за допомогою опор 6.

Трубки виготовляють з латуні, міді або сталі діаметром 10мм і більше (чим менший діаметр, тим більша поверхня теплообміну і більший коефіцієнт тепловіддачі).

Простір всередині трубок називається трубним, а простір обмежений внутрішнім діаметром кожуха та зовнішніми діаметрами трубок – міжтрубним. Для інтенсифікації процесу теплообміну в міжтрубному просторі встановлюються перегородки.

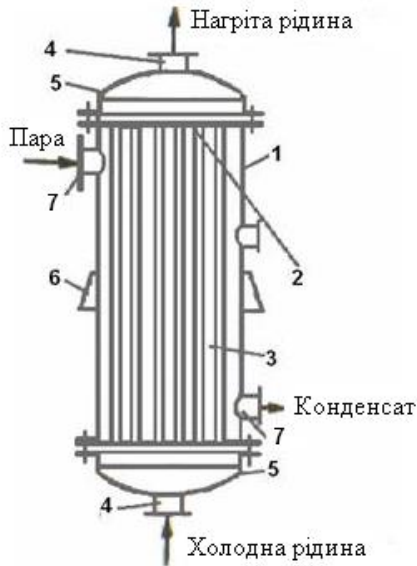


Рисунок 10.2 – Схема одноходового кожухотрубного теплообмінника: 1 – кожух; 2 – трубна решітка; 3 – трубки; 4 – патрубки для відведення та подачі продукту; 5 – розподільчі камери; 6 – опори; 7 – патрубки для підведення і відведення теплоносія.

Теплообмінник має значні поверхні нагрівання і великий переріз всіх трубок. В зв'язку з цим швидкість руху рідини, яка підігривається в трубках, мала, що зменшує коефіцієнт теплопередачі. Для збільшення швидкості руху рідини зменшують переріз потоку за допомогою встановлення перегородок в розподільчих камерах. Такі теплообмінники називають багатоходовими. Рідина в них направляєється перегородками, розміщених в розподільчих камерах в частину трубок, а потім повертається, проходячи через теплообмінник декілька разів.

Кожухотрубні теплообмінники можуть розташовуватися за необхідності у вертикальній або горизонтальній площині.

Заторний котел типу ВКЗ (рис. 10.3) призначений для замішування (затирання) подрібненого солоду з водою. Апарат являє собою сталевий циліндричний резервуар (посудину) 12 з подвійним сферичним днищем, що створює сорочку 20, призначену для нагрівання і кип'ятіння затору. В неї надходить гріюча пара в декількох місцях кільцевого паропроводу 15. Парова сорочка має відповідні фланці і пристрої для підведення пари, відводу повітря і конденсату. Конденсат відводиться із сорочки в декількох місцях в

конденсатівідвідник 17. Продування повітря в атмосферу здійснюється через трубку 14.

У нижній частині днища апарату знаходиться вузол розвантаження 18 для спуску затертої маси на відварювання або випуску всієї затертої маси при передачі її в фільтраційний апарат. Над еліптичним днищем всередині котла розташована мішалка 16, призначена для перемішування затертої маси. Обертання мішалки здійснюється через вал, поздовжньо-згорнуту муфту, проміжний вал від приводу, що складається з електродвигуна, одноступінчатого черв'ячного редуктора і втулочно-пальцевої муфти. Сферична кришка апарату 4 має витяжну трубу 6 з поворотною дросельною заслінкою 7, що дозволяє регулювати тягу пари. У витяжній трубі знаходиться кільцевої збірник 8 для видалення конденсату по трубі.

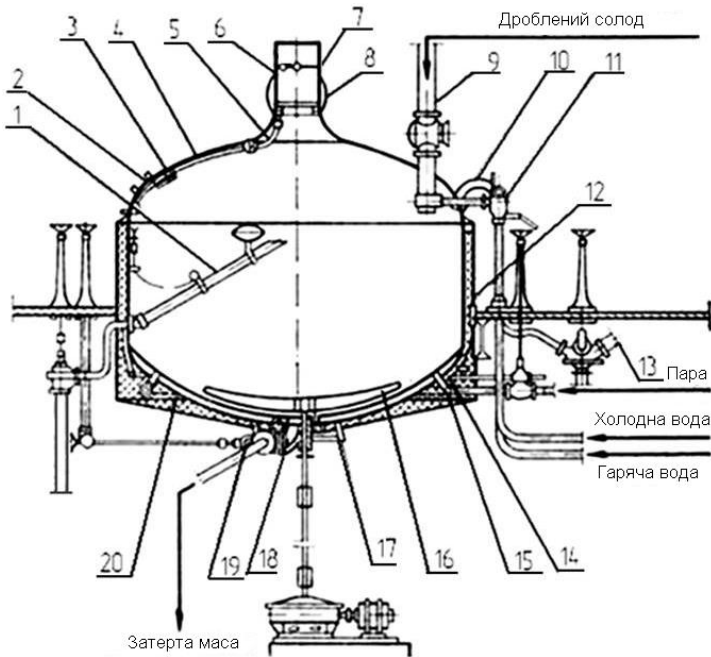


Рисунок 10.3 – Заторний котел типу ВКЗ: 1 – труба для декантації рідкої частини затору; 2 – розсувний оглядовий люк; 3 – лебідка для регулювання тяги у витяжній трубі; 4 – сферична (куполоподібна) кришка; 5 – трубка для збирання і відводу конденсату; 6 – витяжна труба; 7 – поворотна заслінка; 8 – кільцевий жолоб; 9 – труба для подачі подрібненого солоду; 10 – труба для затертої маси; 11 – змішувач для змочування солоду теплою водою; 12 – циліндричний корпус апарату; 13 – розподільчий кран; 14 – труба для відведення неконденсованих газів; 15 – кільцевий паропровід; 16 – лопатева

мішалка; 17 – конденсатовідвідник; 18 – труба для відведення затертої маси; 19 – вентиль; 20 – парова сорочка.

На кришці котла розташований люк 2 з розсувними дверцятами, призначений для обслуговування апарату і спостереження за технологічним процесом. Поверхня продукту, що знаходиться в котлі, висвітлюється герметичним світильником.

Труба 1 призначена для декантації рідкої частини затертої маси. Вона шарнірно закріплена біля основи, а верхній відкритий кінець її постійно підтримується поплавком на невеликій глибині від верхньої рідини.

Подрібнений солод засипають в апарат по трубі 9, в нижній частині якої розміщений кільцевий циліндр, куди із змішувача 11 подається тепла вода для змочування солоду. По трубі 10 із сусіднього котла повертається затерта маса для повторного затирання. Розподільчий кран 13 служить для направлення затертої маси, що перекачується в сусідній відділ затирання або у фільтраційний апарат.

Для теплової обробки нарізаних овочів перед сушінням використовують шпарники. Схема стрічкового шпарника БКП-200 представлена на рис. 10.4.

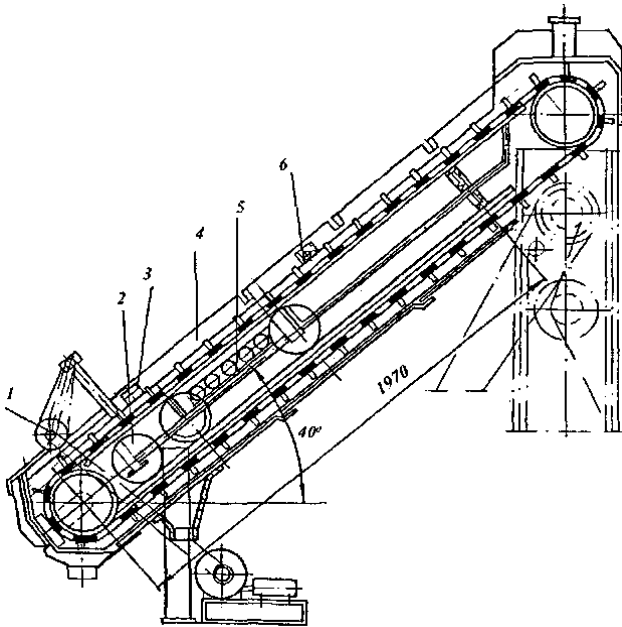


Рисунок 10.4 – Стрічковий шпарник БКП-200: 1 – шнек; 2 – стрічка із дротяної сітки; 3, 6 – ополіскуючі пристрої; 4 – корпус; 5 – труби.

У стрічковому шпарнику БКП-200 похило встановлена стрічка 2 з дротяної сітки, яка рухається всередині металевого корпусу 4. Над стрічкою на початку та в кінці встановлені душові пристрої 3 і 6: перший – для обполіскування продукту, другий – для охолодження його після ошпарювання. Між робочою і холостою частинами стрічки розміщені труби 5, через які барботується пара під тиском 0,3 МПа. Продукт шнеком потрапляє на стрічку шпарника, переміщується разом з нею, споліскується, потім ошпарюється і після охолодження вивантажується.

Продуктивність апарату залежить від швидкості руху стрічки, ширини та товщини шару продукту.

### **3. Випарні і вакуум-випарні установки.**

Випарні апарати призначені для підвищення концентрації речовини, яка знаходиться у розчині, або часткового видалення її в твердому вигляді із перенасиченого розчину шляхом випарювання розчинника. В харчовій промисловості випаровують водяні розчини: буряковий сік, сиропи, молоко та ін.

Випарний апарат типу ВАГ (рис. 10.5) являє собою циліндричний корпус 3 зварної конструкції, всередині якого встановлені нагрівача камера 4 і сепаратор 1 для вловлювання крапель продукту, що випаровується. Внизу корпус має з'ємне днище, на якому розміщені люк 15 і патрубок 16 для спуску.

В циркуляційній трубі 9 парової камери змонтовані направляюча воронка 10 і труба 8 з воронкою для відведення згущеного соку із апарата.

Пара в гріючу камеру 4 підводиться через вісім штуцерів 5, розміщених в 2 яруси. Для кращого розподілу пари в міжтрубному просторі гріючої камери вбудовані проходи. Неконденсовані гази відводяться з верхньої частини гріючої камери за допомогою розгалуженої системи труб 11.

Сік, який поступив в апарат через патрубок 17, направляється кільцевим розподільником в кип'ятильні трубки. Викинутий із кип'ятильних трубок на верхню трубку решітку сік стікає по направляючій воронці 10 в соковідвідну трубу 8. Так як остання внаслідок гідравлічного опору не може пропустити всю кількість соку, частина соку стікає по циркуляційній трубі 9 і знову піднімається по кип'ятильних трубках.

Апарат обладнаний сепаратором 1 інерційного типу. Пара із сепаратора виділяється через патрубки 2 і 14, а окремі краплі продукту – через систему труб 13.

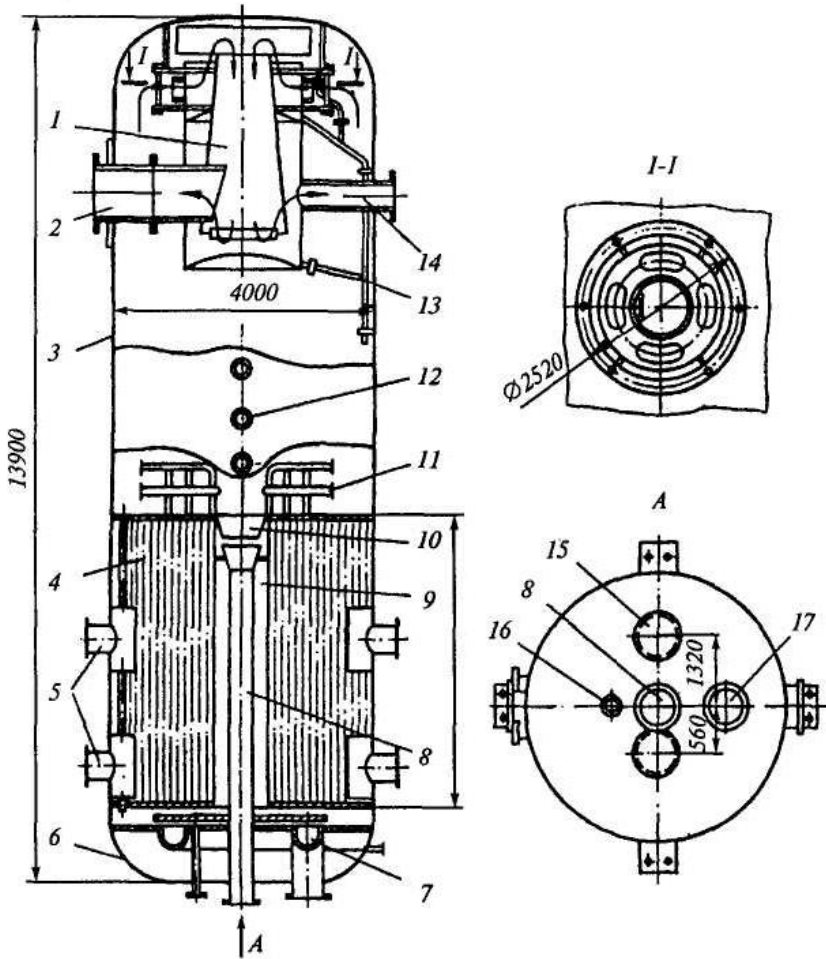


Рисунок 10.5 – Випарний апарат типу ВАГ: 1 – сепаратор; 2, 14 – патрубки для видалення пари; 3 – корпус; 4 – нагрівальна камера; 5 – штуцери підведення пари; 6 – днище; 7 – кільцевий розподільник; 8 – соковідвідна труба; 9 – циркуляційна труба; 10 – направляюча воронка; 11 – система труб для неконденсованих газів; 12 – оглядові вікна; 13 – система труб відведення крапель; 15 – люк; 16 – патрубок для спуску; 17 – подаючий патрубок

Вакуум-апарати призначені для уварювання утфелю в цукровій промисловості. Вони працюють при тиску нижче атмосферного. Вакуум-

апарати моделей ПВА, ВАЦ, ВАР мають принципово однакову структуру і розрізняються розмірами та деякими конструктивними деталями. Вони відносяться до вакуум-апаратів періодичної дії з трубчатою паровою камерою і природньою циркуляцією утфелю.

Вакуум-апарат ПУ-2А-60 (ВАЦ-60) (рис. 10.6) містить герметичний вертикульний корпус з розширеним надутфельним простором 8. В корпусі підвішена парова камера 10 з циркуляційною трубою 11. Камера складається із конічних верхньої і нижньої трубних решіток 6 з встановленими між ними кипятильними трубками. Сироп і відтоки подаються в апарат через колектор 2 по трубі і поступають під нижню трубну решітку гріючої камери. При відкриванні запірного клапана 13 гідравлічним циліндром з ручним дублером зварений утфель через патрубківвідводиться із апарата. Поршень гідроциліндра переміщується внаслідок тиску води. Запірний клапан містить штуцери: через один подається пара для його очищення від залишків утфеля, а через другий відводиться вода з надпоршневого простору.

Гріюча пара подається в парову камеру через три патрубки 7. В процесі уварювання утфель в апараті циркулює піднімаючись по кипятильних трубках і опускаючись по циркуляційній трубці та кільцевому зазору між стінкою апарата і паровою камерою.

Утфельна пара піднімається вгору до конусної відбійної тарілки 5. В результаті різкої зміни напрямку переміщення пари частинки утфелю, захоплені паром, осідають на внутрішній поверхні конуса і стікають по ньому в нижню частину апарата. Кінцеве вловлювання частинок утфеля проходить в шоломі-вловлювачі 4. Звільнена від крапель пара відводиться через патрубок на конденсатор, а вловлені краплі утфелю направляються із шолома-вловлювача в нижню частину апарата.

Апарат оснащений пробним краном, оглядовими вікнами, вакуум-метром, запобіжним клапаном і лазом. Скло від бризг утфеля очищається паром, яка подається через спеціальні трубки.

В парову камеру 10 подається гріюча пара, яка через обігрівуючі трубки нагріває утфель. Утфельний простір вакуум-апарата в процесі варки наповнюється сиропом. Пара, отримана при випаровуванні води з утфеля, через шолом-вловлювач виводиться в конденсатор, що створює в апараті розрідження. Це дозволяє забезпечити кипіння утфелю при температурі нижчій 100°C. В іншому випадку проходило б підвищене розкладання цукру.

При досягненні визначеної концентрації уварювальної маси в апарат через пробний кран вводиться цукрова пудра чи спеціальна паста, кристали яких служать центрами кристалізації для цукру, що утворюється з увареної маси. Після закінчення варки утфель випускають, а вакуум-апарат пропарюють.

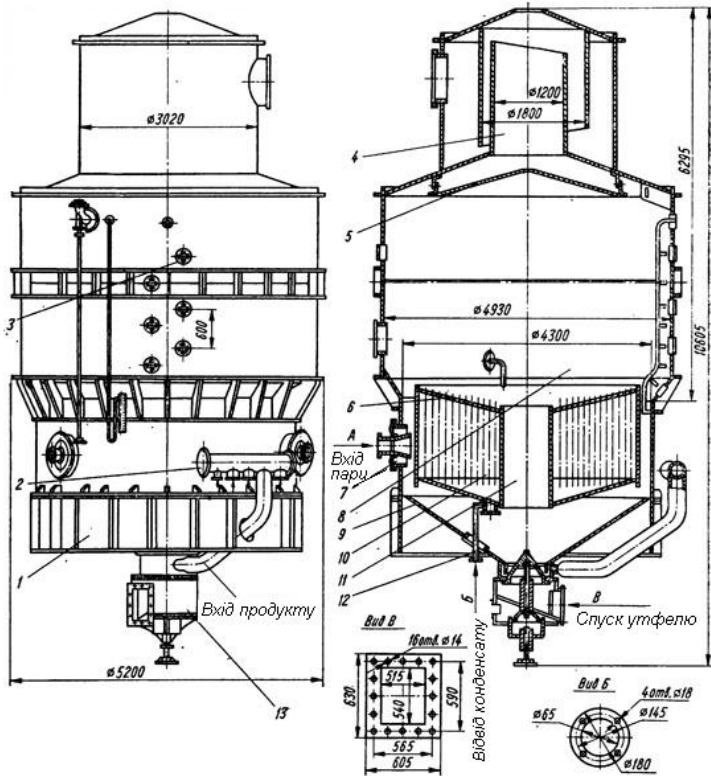


Рисунок 10.6 – Вакуум-випарний апарат ВАЦ-60: 1 – кільцева підставка; 2 – колектор; 3 – оглядові вікна; 4 – шолом вловлювач; 5 – конусна відбивна тарілка; 6 – конічна трубна решітка; 7 – штуцери для підведення пари; 8 – розширений надутфельний прістр; 9 – конічне днище; 10 – гріюча камера; 11 – циркуляційна труба; 12 – штуцери відведення конденсату; 13 – спускний затвор

Для уварювання кондитерських мас використовують змієвикові апарати. Уніфікований змієвиковий вакуум-апарат 33-А з ручним вивантаженням маси (рис. 10.7) складається з трьох частин: гріючої I, випарної II і сепаратора-вловлювача III. Гріюча, випарна частини та сепаратор-вловлювач з'єднані між собою трубопроводами.

Гріюча частина I являє собою циліндричний сталевий корпус 5 з привареним до нього штампованим сталевим днищем в нижній частині і змінною кришкою 3.

Усередині корпусу змонтований мідний змієвик 4, який має два ряди витків, з'єднаних між собою послідовно. Нижній кінець змієвика приєднується до трубопроводу від сиропного плунжерного насоса, який живить вакуум-апарат, а верхній – до з'єднувального трубопроводу 10, що йде в випарну частину вакуум-апарату.

У верхній частині корпусу 5 гріючої частини апарата є штуцер для подачі пари, що гріє; на кришці змонтовані манометр 2, запобіжний клапан 1 і кран 9 для випуску повітря. У дніщі апарата є штуцер 7 для подачі сиропу, штуцер 8 для спуску конденсату і кран 6 для продувки апарата.

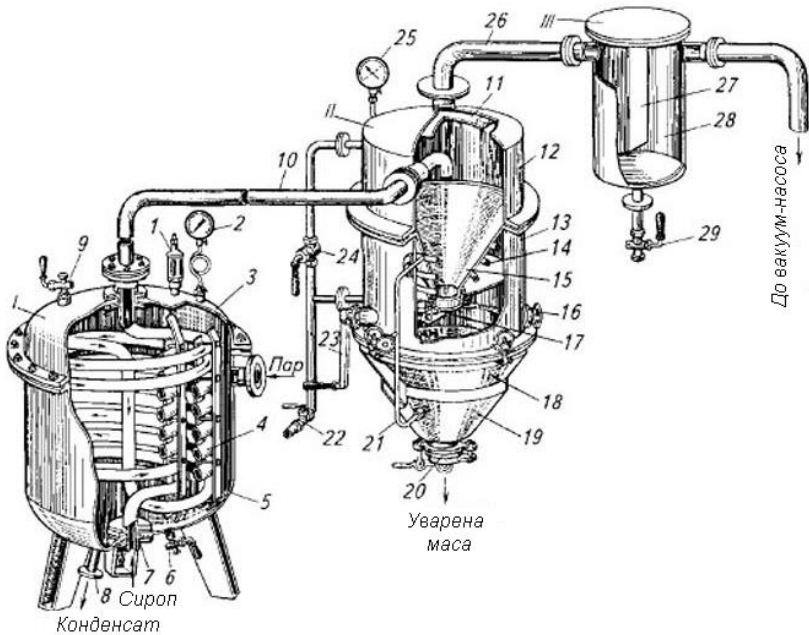


Рисунок 10.7 – Уніфікований змієвиковий вакуум-апарат 33А:

I – гріюча частина; II – випарна частина; III – сепаратор вловлювач;

1 – запобіжний клапан; 2 – манометр; 3 – кришка; 4 – змієвик; 5 – корпус; 6 – кран для продування апарата; 7 – штуцер для подачі сиропу; 8 – штуцер для спуску конденсату; 9 – кран для спуску повітря; 10 – трубопровід; 11 – відбійник крапель увареної маси; 12, 13 – верхня і нижня циліндричні обичайки; 14 – змієвик; 15 – мідна чаша; 16 – оглядові вікна; 17 – клапан; 18 – нижній сталевий конус; 19 – парова сорочка; 20 – клапан для вивантаження готової маси; 21 – трубка для подачі пари; 22, 24 – крани; 23 важіль

відкриття клапана; 25 вакуумметр; 26 – трубопровід; 27 – перегородка; 28 – циліндричний корпус; 29 – кран.

Випарна частина II вакуум-апарату складається з двох сталевих обичайок (верхньої 12 і нижньої 13) та нижнього сталевго конуса (накопичувача) 18, з'єднаних між собою фланцями і відкидними болтами. Між обичайками розміщена конусна мідна чаша 15, горловина якої перекривається клапаном 17. Конусна чаша, порожнина верхньої обичайки і сферична сталева кришка утворюють верхню вакуум-камеру місткістю 140 л. Об'єм нижнього конусного накопичувача 90 л. Для запобігання застигання уварованої маси на стінках конусної чаші 15 з зовнішньої сторони змонтований змієвик 14, в якому циркулює гріюча пара, що подається через трубку 21.

Верхній внутрішній клапан 17, що відкривається і закривається за допомогою важеля 23, служить для забезпечення безперервності процесу уварювання (при вивантаженні готової маси він перекритий) і для перевантаження з верхньої камери в нижній приймальний конус карамельної маси, що скупчується під час розвантаження апарату.

На верхній обичайці вакуум-камери з боку робочого місця змонтований вакуумметр 25 для контролю за розрідженням.

Нижній конус 18 вакуум-камери для запобігання застигання підготовленої до вивантаження карамельної маси на 3/4 висоти омивається гріючою парою, що подається в парову сорочку 19 по трубці 21. Для випуску повітря з сорочки 19 передбачений повітряний кран, а для періодичного вивантаження готової карамельної маси – зовнішній клапан 20 з важелем. Спостереження за виходом маси здійснюється через оглядові вікна 16 в нижній приймальній частини вакуум-камери. Для сполучення верхньої вакуум-камери з нижнім приймачем і нижнього приймача з атмосферою передбачена сполучна трубка з кранами 22 і 24.

Випарна частина вакуум-апарату кріпиться на тягах до стелі або на кронштейнах до стіни.

Сепаратор-вловлювач III, призначений для затримування частинок карамельної маси, що виноситься вторинною парою, являє собою циліндричну сталеву посудину 28 з плоскою кришкою і перегородкою 27 всередині, розташованої навпроти вхідного патрубку. Затримані частинки карамельної маси відводяться через нижній патрубок вловлювача з краном 29 для подальшої переробки.

#### **4. Обладнання для сушіння харчових продуктів.**

Сушіння – це процес видалення вологи із продукту, який пов'язаний з витратами теплоти на фазове перетворення води в пару.

В харчовій промисловості частіше всього використовують конвективний спосіб сушіння при якому повітря, що має більш високу температуру, дотикається до продукту, віддає частину теплоти і забирає вологу із продукту.

Для сушіння рідких продуктів використовують розпилювальні сушарки. Їх поділяють на дві групи:

- сушарки з дисковим розпилюванням;
- сушарки з форсунковим розпилюванням.

Найбільш широко використовуються сушильні розпилювальні установки. В сушильний агрегат (рис. 10.8) входить наступне обладнання: сушильна башта 6 з повітрераподючим розподілюючим пристроєм 4 та розпилювачем згущеного продукту 5, механізми вивантаження, транспортування, повернення циклонної фракції в сушку, очищувачі повітря, калорифер 13, вентилятори 3, 7, 8.

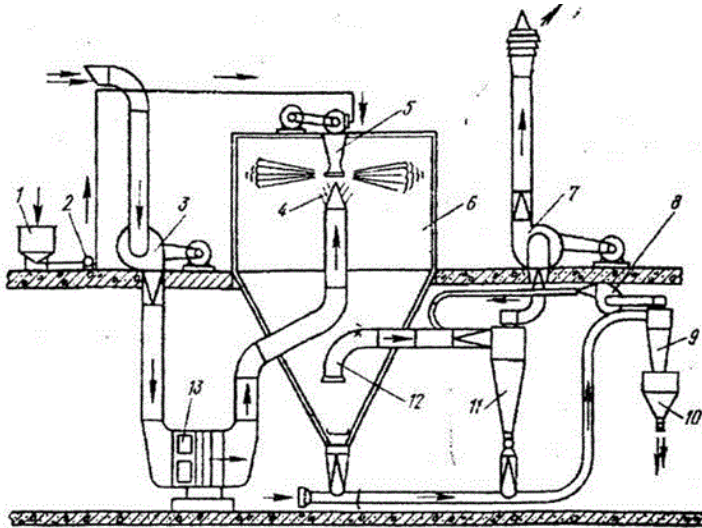


Рисунок 10.8 – Розпилювальна установка фірми «Ніро-Атомайзер»: 1 – бак для згущеної сировини; 2 – насос; 3 – вентилятор; 4 – повітророзподільна головка; 5 – розпилюючий пристрій; 6 – сушильна камера; 7, 8 – вентилятори; 9, 11 – циклони; 10 – бункер для сухого порошку; 12 – труба для відсмоктування повітря з сушильної камери; 13 – калорифер

Під час роботи згущена сировина з бака 1 насосом 2 подається на розпилюючий пристрій 5, диск якого приводиться в обертання від електродвигуна через мультиплікатор. Частота обертання диска 15000 об/хв. Внаслідок розпилення продукту на дрібні частинки, в сушарці створюється

велика площа дотикання продукту з гарячим повітрям, яке надходить знизу через повітророзподільну головку 4. Від механічних домішок повітря очищується фільтром, потім вентилятором 3 нагнітається в калорифер для нагрівання. Краплі рідини при контакті з сушильним агентом віддаючи вологу, перетворюються у порошкоподібний матеріал. Сухий порошок падає в нижню частину сушильної камери і за допомогою пневматичного транспортного пристрою виводиться в циклон 9, із якого надходить у бункер 10. Повітря, що виходить із циклона 9, може містити частинки порошку, тому вентилятором 8 його направляють у циклон 11 на очищення.

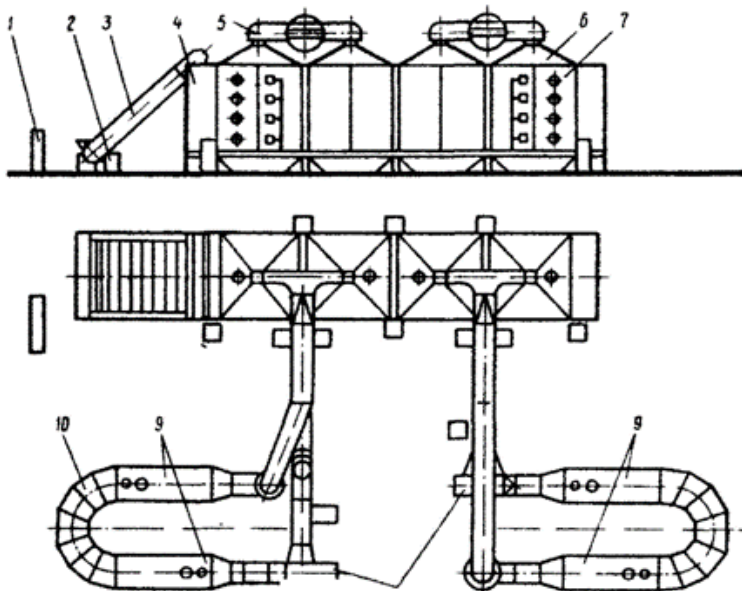
Для транспортування порошку з сушильної камери в циклон 9 забирається повітря з цеху. Тому одночасно з транспортуванням воно частково охолоджує порошок. По трубі 12 повітря, що відпрацювало, разом із частинками порошку надходить у циклон 11 і вентилятором 7 викидається в атмосферу. Порошок із циклона 11 надходить на пневмотранспорт.

Стрічкові сушарки використовуються для сушіння рослинних матеріалів. Вони являють собою металеві камери, всередині яких розміщені транспортери. Є одноярусні і багатоярусні стрічкові сушарки, в яких матеріал переміщається, пересипаючись з однієї стрічки на іншу. До таких сушарок відноситься сушарка СКО-90 (рис. 10.9).

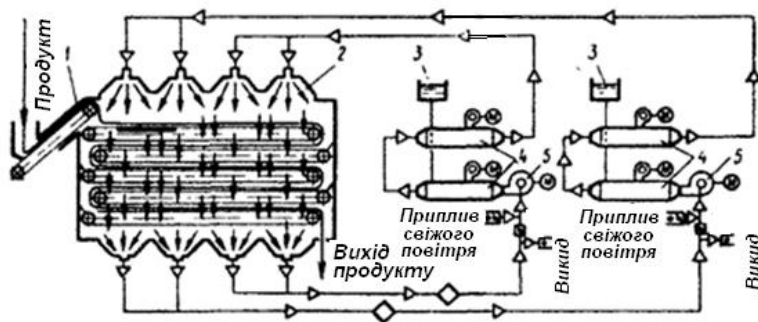
Сушарка СКО-90 містить корпус 4, який є сушильною камерою 7 закритого типу з теплоізоляцією (рис. 10.9, а). Усередині цієї камери встановлені п'ять стрічкових конвеєрів. Стрічки конвеєрів виконано із пористого матеріалу. Для того щоб проводити контроль над процесом сушіння, профілактичний ремонт та очищення сушарки, на корпусі розташовуються дверцята. На передній частині корпусу є двоє дверей, в яких розташовані люки зі скла. Ці люки можна відкривати. Вони призначені для відбору проб на кожному етапі сушіння і спостереженням за ходом процесу. Ще двоє дверей оснащені лампами, щоб висвітлити внутрішню поверхню камери. Конвеєрні стрічки розміщують зміщеними одна щодо одної. Це робиться для можливості пересипання продукту з конвеєра на конвеєр.

Продукція завантажується на конвеєри сушильної камери завантажувальним конвеєром 3. Він рухається завдяки приводній станції 2, яка працює автономно.

Над першими трьома конвеєрами є пристрої для ворушіння продукції. На початку процесу сушіння можливе налипання продукту на стрічки конвеєрів. Тому під двома верхніми конвеєрами розташовуються щітки, щоб їх очищати. Крім того чистити слід і самі барабани конвеєрів, на яких натягнуті їх стрічки. Для цього є скребки у приводних барабанів 1, 3 і 5 конвеєрів і у натяжних 2 і 4 конвеєрів. Конвеєри, пристрої ворушіння і щітки приводяться в рух від приводної станції 1.



а



б

Рисунок 10.9 – Стрічкова конвеєрна сушарка СКО-90:

а – загальний вигляд: 1 – привідна станція сушарки; 2 – привідна станція завантажувального конвеєра; 3 – завантажувальний конвеєр; 4 – корпус; 5 – колектор; 6 – короб; 7 – сушильна камера; 8 – центр обіжні вентилятори; 9 – теплогенератори; 10 – повітропроводи;

б – схема циркуляції сушильного агента: 1 – завантажувальний транспортер; 2 – верхня частина сушильної камери; 3 – паливні баки; 4 – теплогенератори; 5 – відцентрові вентилятори.

Для того щоб нагріти повітря в сушильній камері, який є сушильним агентом, використовуються теплогенератори 9. В процесі нагрівання повітря не контактує з продуктами, утвореними в результаті згоряння палива. Нагріте повітря циркулює по двох замкнутих контурах. У кожен з них входять колектори 5, короба 6, сушильна камера 7, вентилятори відцентрові 8, теплогенератори 9 (попарно з'єднані в контурах циркуляції теплоносія), повітреводи циліндричної форми 10. Для припливу свіжого повітря і позбавлення від частини відпрацьованого теплого повітря використовуються клапани.

Підготовлений продукт надходить в бункер конвеєра 3. З нього він розподіляється по стрічці конвеєра і подається в сушильну камеру. Там відбувається пересипання продукту з першого конвеєра на другий і т.д. Це продовжується до тих пір, поки продукт досягне останнього конвеєра і вийде з сушильної камери. У процесі сушіння відбувається перемішування продукту ворошилками. Теплоносій надходить зверху вниз.

На рисунку (10.9, б) зображена циркуляція теплого повітря. Свіже повітря надходить в теплогенератори 4 за допомогою відцентрових вентиляторів 5. У теплогенераторі відбувається його нагрівання. Після цього тепле повітря потрапляє у верхню частину сушильної камери 2. У той момент, коли повітря проходить крізь продукт (розташований на конвеєрах), відбувається зменшення його температури. Певна частина теплого повітря проходить рециркуляцію, а інша частина видаляється з сушильної камери в атмосферу. Та частина повітря, яка вийшла з камери, заповнюється за рахунок припливу свіжого повітря.

Барабанні сушарки використовуються для сушіння зерна, насіння соняшнику, цукру-піску, фруктово-ягідних вижимок, вітамінної муки та інших сипких матеріалів.

Для сушіння фруктово-ягідних вижимок з метою отримання фруктових використовують барабанні сушильні агрегати (рис. 10.10). Робочим органом агрегата є барабан 4. Крім барабана в агрегат входять подаючий транспортер 5, пальник, циклони 2 і 3, дробарка 10, вивантажувальний шнек 9.

Принцип роботи агрегату наступний. Фруктово-ягідні вижимки транспортером 5 через вирівнювач товщини 7 транспортуються в барабан 4. Барабан складається із декількох циліндрів, завдяки чому збільшується шлях продукту в барабані і ефективність сушіння.

В барабан також поступає повітря, яке нагрівається від спалювання палива в камері згоряння 6. В барабані вижимки висушуються і вентилятором 1 засмоктуються в циклон 2, де вони відділяються від теплоносія,

осаджуються і подаються в молоткову дробарку 10. Перед подрібненням із сухого продукту у відбірнику 15 відділяються важкі домішки.

Подрібнена суха маса відсмоктується вентилятором 12 із дробарки в циклон 3, осаджується і подається в розподільчий шнек 9, яким завантажується у мішки.

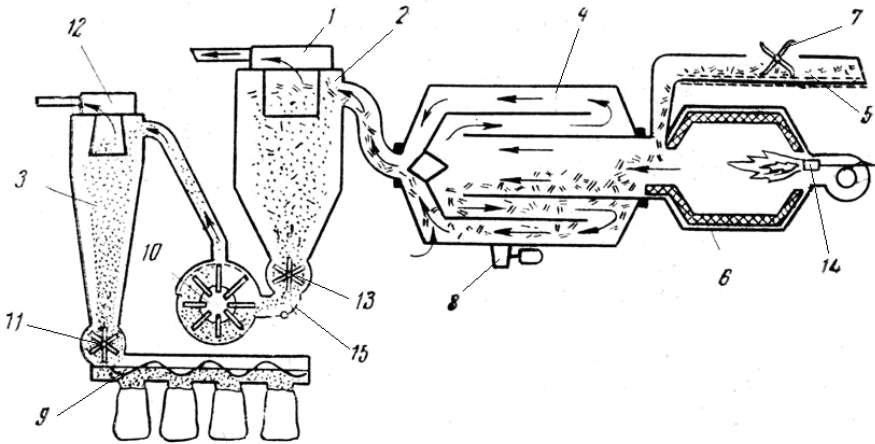


Рисунок 10.10 – Барабанный сушильний агрегат: 1, 12 – вентилятори; 2 – циклон сухої маси; 3 – циклон подрібненої маси; 4 – сушильний барабан; 5 – транспортер; 6 – камера згоряння палива; 7 – бітер транспортера; 8 – привід сушильного барабана; 9 – вивантажувальний шнек; 10 – дробарка; 11, 13 – дозатори; 14 – форсунка; 15 – сепаратор гравітаційного типу

Для сушіння різних дрібнозернистих матеріалів використовують агрегати з киплячим і віброкиплячим шаром. Віброкиплячий шар утворюється або під впливом тільки вібраційних коливань, або при спільній дії вібраційних коливань і швидкості повітря. У першому випадку теплопідвід здійснюється ІЧ променями або контактним способом, другий випадок відноситься до конвентивного методу сушіння.

Сушильні установки віброкиплячого шару компактні, забезпечують гарне перемішування, турбулізацію шару і транспортування матеріалу. У цих установках немає виносу матеріалу, тривалість перебування матеріалу в сушильній установці регулюється змінюючи висоту порогу в кінці жолобу.

Для забезпечення рівномірного кипіння частинок продукту агент сушіння подається на решітку рівномірно і з відповідною швидкістю розподіляється по всій площі. Сушіння у віброкиплячому шарі характеризується високою інтенсивністю, але пов'язане з підвищеною витратою електроенергії.

Сушіння молочного цукру виконують в сушарці даного типу РЗ-ОСС (рис. 10.11). Вона складається з сушильної камери 6, віброколонки для підсушування продукту 7, зони 5 інтенсивного сушіння, зони 4 охолодження. Продукт завантажується живильником 8, вивантажується через випускний пристрій в нижній частині охолоджувача. Повітря засмоктується вентилятором 2 через фільтр 1 з атмосфери, нагнітається в калорифер 3 і відводиться через скруббер 9.

Молочний цукор живильником подається у вібропідсушувач 7, потім потрапляє в зону сушіння і далі в зону охолодження.

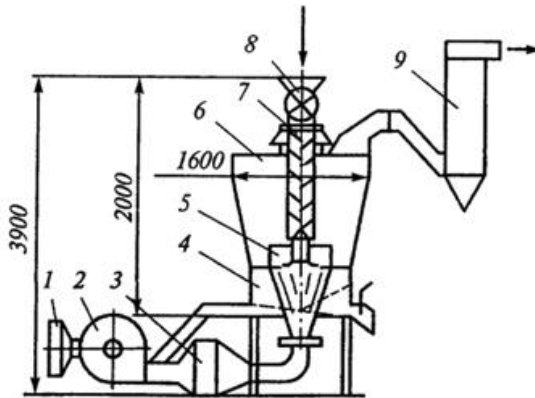


Рисунок 10.11 – Сушильна установка для сушіння молочного цукру РЗ-ОСС: 1 – повітряний фільтр; 2 – вентилятор; 3 – калорифер; 4 – зона охолодження; 5 – зона інтенсивного сушіння; 6 – сушильна камера; 7 – віброколонка для підсушування продукту; 8 – живильник; 9 – скруббер

## **Лекція 11: Технологічне обладнання для проведення процесів екстракції, перегонки і ректифікації**

1. Обладнання для проведення дифузійних процесів.
2. Апарати для дефекації і сатурації.
3. Апарати для перегонки і ректифікації.

### **1. Обладнання для проведення дифузійних процесів.**

Апарати для виділення методом екстракції розчинних речовин із твердого подрібненого матеріалу називаються дифузійними апаратами або екстракторами. Процесом екстракції є вибіркоче відбирання речовини із рідини або твердого пористого тіла рідиною.

Класифікацію екстракторів проводять за багатьма ознаками:

- за режимом роботи – періодичні, напівбезперервні, безперервні;
- за напрямком руху розчинника і екстрагуючої речовини – прямотечійні, протитечійні;
- за тиском – атмосферні, вакуумні і ті, що працюють під тиском;
- за конструкцією – колонні і камерні, шнекові, лопатеві, ланцюгові, ротаційні, стрічкові.

Найбільше розповсюдження в промисловості отримали нахилені двошнекові і вертикальні лопатеві дифузійні апарати безперервної дії.

Нахилені дифузійні апарати широко використовуються в цукровій промисловості. В нахиленому двошнековому дифузійному апараті стружка цукрового буряка рухається знизу вгору, а вода – зверху вниз.

Нахилений двошнековий дифузійний апарат А1-ПДС-60 (рис. 11.1) складається з корпусу 15, встановленого на опорах під кутом  $8...11^\circ$  до лінії горизонту. Корпус апарата виготовляється у вигляді зварної конструкції, яка утворена двома циліндричними поверхнями, що перетинаються. В нижній частині корпусу знаходиться камера для дифузійного соку і бункер 2 для завантаження бурякової стружки. У верхній частині розміщені шнеки 7 для вивантаження жому із апарата.

Всередині апарата розміщено два паралельних лопатевих вала 10 (лівий і правий) з лопатями 6, які розеднанні в середній частині апарату. Привід нижніх частин валів здійснюється електродвигунами 1, а верхніх – електродвигунами 8.

Принцип дії дифузійного апарату наступний. Бурякова стружка з приймального бункера 2 переміщується шнеками вздовж апарата. Екстрагуюча рідина, барометрична, жомпресова та інша вода поступає в апарат в зоні вивантажувальних шнеків, переміщається проти напрямку руху стружки, насичується цукром і у вигляді дифузійного соку проходить через сито 12, збирається в соковій камері і через штуцер видаляється з апарату.

Перед подачею стружки апарат наповнюють водою і підігрівають до температури не нижче  $80^\circ\text{C}$ . Рівень води повинен бути приблизно 200 мм нижче верхньої точки шнеків безпосередньо біля фільтрувального сита.

Такий рівень потрібно підтримувати протягом всієї роботи апарату. Приблизно через 30 хвилин після початку подачі стружки в апарат вмикають в роботу регулятор дозування свіжої води, щоб на 1 т стружки поступало 0,75 т води.

У нижній частині апарату є чотири парових камери, через які проводиться обігрів апарату паром. Температура соко-стружкової суміші в першій камері  $68^\circ\text{C}$ , у другій і третій –  $72^\circ\text{C}$ , у четвертій –  $70^\circ\text{C}$ .

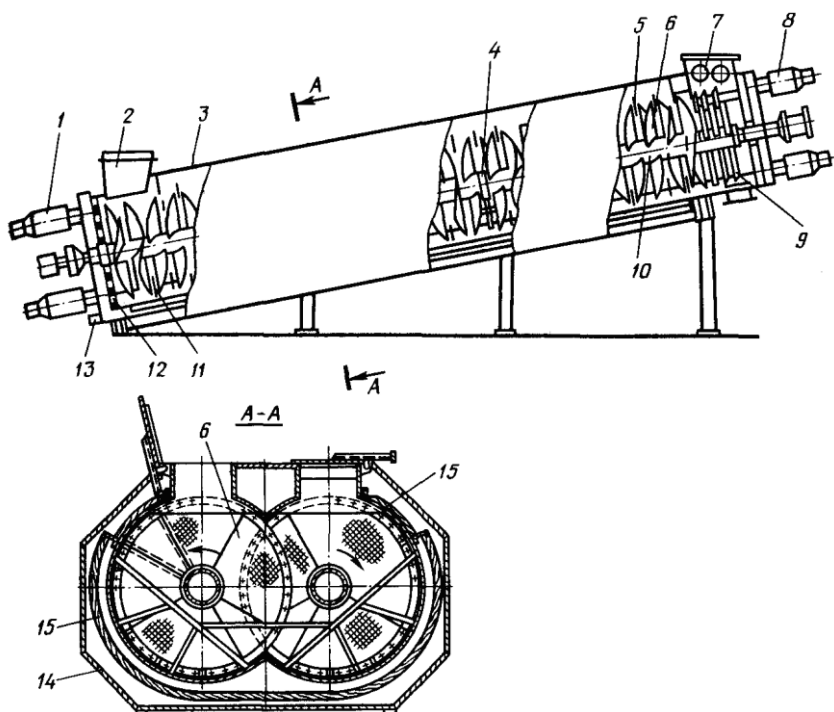


Рисунок 11.1 – Нахилений двошнековий дифузійний апарат: 1, 8 – електродвигуни; 2 – прийомний бункер, 3 – кришка; 4 – опора, 5 – перегородка; 6, 9 – лопаті; 7 – вивантажувальний шнек; 10 – вал; 11 – гріюча камера; 12 – сито; 13 – штуцер для виведення дифузійного соку; 14 – ребро; 15 – корпус.

В багатьох галузях харчової промисловості використовують колонні дифузійні апарати. Колонний дифузійний апарат містить дифузійна установка типу КДА.

Дифузійний апарат КДА-25-59 (рис. 11.2) являє собою вертикальний циліндр (колону) висотою 15,37 м і діаметром 5,0 м. Усередині вертикального циліндра підвішений на сферичному опорному підшипнику пустотілий лопатевий вал діаметром 2,0 м, який має частоту обертання 0,6...1,0 об/хв, що дозволяє регулювати продуктивність апарату. Підігріта стружка з шпарника за допомогою насоса подається в нижню частину колони в проміжок між циліндричною стінкою апарату і порожнистим валом. Тут вона переміщається від низу до верху за допомогою лопатей, що утворюють переривчасту гвинтову поверхню. У проміжках між лопатями встановлені

нерухомі контролопаті, що не дозволяють масі стружки обертатися навколо осі циліндра.

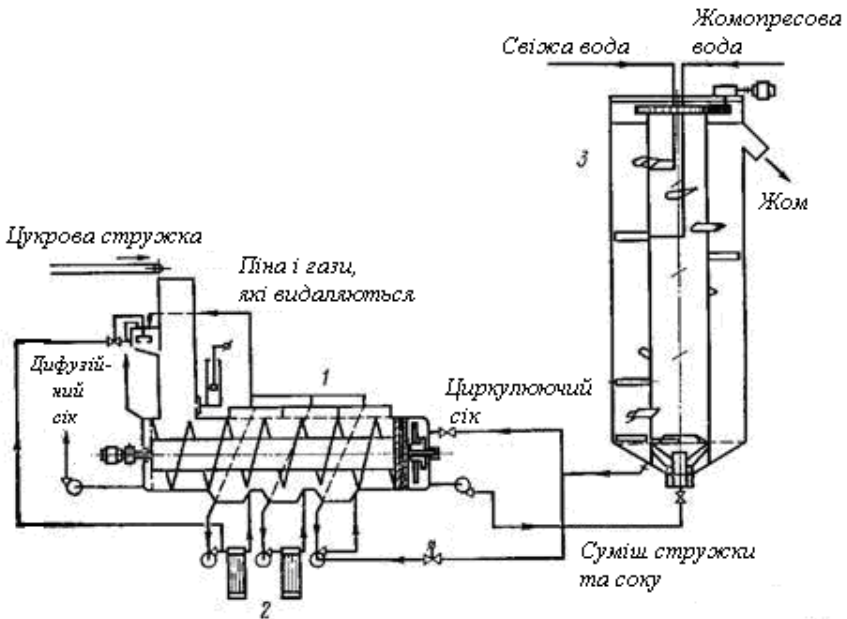


Рисунок 11.2 – Дифузійна установка типу КДА: 1 – шпарник; 2 – підігрівач і насоси; 3 – вертикальний колонний дифузійний апарат.

Обезцукрена стружка виводиться з верхньої частини апарату і подається в віджимні шнеки за допомогою лопатевого пристрою, що обертається разом з валом. Через верхній 19-й ряд контролопатей в колону подається свіжа вода, а трохи нижче підводиться вичавлена з обезцукреної стружки жомпресова вода, яка замінює частину свіжої води. Втрата цукру обезцукреної стружки становить 0,25-0,3% до маси буряка. Дифузійний сік в апараті рухається зверху вниз назустріч стружці і виводиться з колони в шпарник через сита, розташовані на нижньому кінці трубовала. Сік відкачують через шпарник (125-130% до маси буряка). Перед направленням у дифузійну колону стружку прогрівають в шпарнику для денатурації білків протоплазми клітин. Апарат КДА-25-59 забезпечений шпарником 0-25-59, який являє собою горизонтальний корпус циліндричної форми з шахтою для завантаження і попереднього підігріву стружки. У середині корпусу обертається шнек (частота обертання 0,82...1,1 об/хв), що просуває стружку протягом 8 хв до розвантажувального кінця шпарника. Значна частина циліндричної поверхні корпусу шпарника забезпечена ситами, через які сік

відбирається для підігріву. Підігрітий сік знову повертається в шпарник, де поперечними потоками омиває рухому стружку.

## 2. Апарати для дефекації і сатурації.

Дифузійний сік, отриманий на дифузійних апаратах, мутний, чорного кольору. Для очищення його нагрівають парою в особливих підігрівачах до температури 90°C і додають вапняне молоко. Ця операція називається дефекацією. При нагріванні соку і дії на нього вапна коагулюють білки і чорні барвникові речовини буряка.

Дефекацію соку проводять в дефекаторі ОД-6 (рис. 11.3). Він являє собою вертикальний циліндричний корпус 4 з конічним днищем 7 і плоскою горизонтальною кришкою. На кришці укріплена зварна рама 2 з встановленим на ній приводом перемішуючого пристрою, що складається з електродвигуна і редуктора. Вал перемішуючого пристрою зібраний за допомогою поздовжньо-скрутних муфт і складається з трьох частин із закріпленою в нижній частині лопатевою мішалкою 9.

Верхній кінець вала встановлений в двох підшипниках кочення, а нижній – в вертикальному підшипнику ковзання. В середині валу є проміжний підшипник ковзання з центруючими тягами.

У середині корпусу встановлено контрлопаті 5. Дифузійний сік подається по вигнутому патрубку 8, на якому встановлений патрубок, призначений для подачі вапняного молока. Вапняне молоко подається в кількості близько 12 % до маси соку. При обертанні мішалки суміш інтенсивно перемішується. При цьому відбувається розкладання амідів інвертного цукру, органічних і мінеральних кислот і пектинових речовин, а також утворення нерозчинних кальцієвих солей. Сік в апараті рухається від низу до верху і відводиться через переливний короб 3. Осад видаляється з дефекатора через кутовий вентиль 10.

Якщо процес дефекації проходить при зниженому рівні соку в апараті, то передбачений спеціальний патрубок (на малюнку не показаний). Для огляду і очищення апарату є люк і скоби. Встановлюється апарат безпосередньо на нижню частину корпусу з опорами 6.

Дефекований сік насичують двоокисом вуглецю, проводячи першу сатурацію. При цьому частина вапна перетворюється в нерозчинний дрібний кристалічний осад  $CaCO_3$  на поверхні частинок якого адсорбуються деякі нецукри. Схема сатуратора наведена на рис. 11.4.

Сатуратор представляє собою циліндричний корпус 2 з конічним днищем 9. В нижній частині корпусу встановлені на рівних відстанях одна від одної три чавунні решітчасті перегородки 8, призначені для більш повного розбивання пухирців сатураційного газу.

Сік по трубі 3 надходить на розподілювальний зонт 4. На нижню перегородку по патрубку надходить також сік та пісок, що спускаються з дефекатора при його чистці.

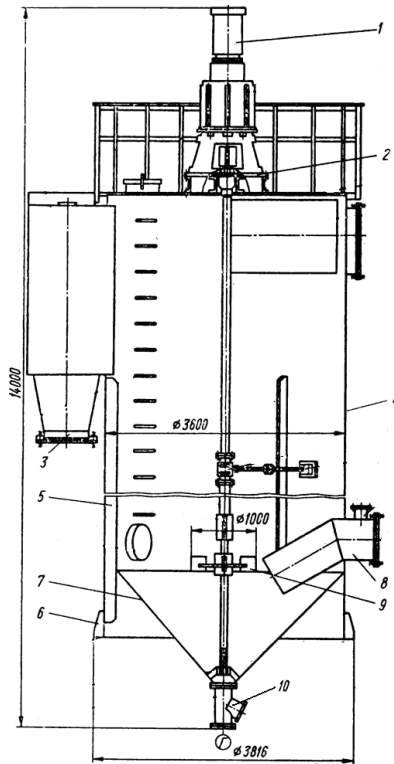


Рисунок 11.3 – Дефекатор ОД-6: 1 – привід; 2 – рама; 3 – короб; 4 – корпус; 5 – контролювальна панель; 6 – опора; 7 – конічне дно; 8 – патрубок для підводу соку; 9 – лопатева мішалка; 10 – кутовий вентиль.

Сатураційний газ через патрубок 6 надходить в колектор, а з нього дванадцятьма трубами, які розміщені в два яруси, по дотичній надходить в конічну частину сатуратора.

Газ, що використовується, та пара, що виникла, підіймаються в верхню частину апарату. Там на їх шляху встановлений відбивний зонт 1 для відділення краплин, що переміщуються разом з газом. Додаткове відокремлення краплин соку виконується також у сепараторі, що знаходиться над відбивним зонтом.

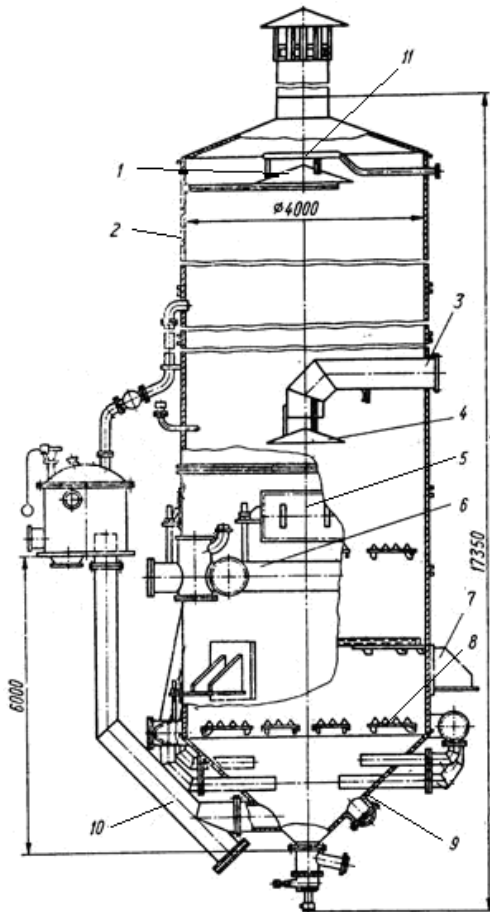


Рисунок 11.4 – Сатуратор 1С-6: 1 – відбивний зонт; 2 – корпус; 3 – труба для підведення соку; 4 – розподільвальний зонт; 5 – люк; 6 – труба для підведення газу; 7 – опора; 8 – решітка; 9 – конічне днище; 10 – відвідна труба; 11 – барботер парового піногасника.

Очищений газ по патрубку виходить в трубу, що виведена на кришу заводу. Вловлений сік по трубці стікає в контрольний ящик. Для гасіння піни над відбивним зонтом встановлений кільцевий барботер 11, в який по патрубку подається пара.

Відсатурований сік по трубам направляється в середнє відділення контрольного ящика, звідки відбирається на подальші технологічні операції.

Сік що пройшов сатурацію, для покращення фільтрації нагрівають до 90°C і фільтрують на вакуум-фільтрах, які відділяють осад ( $CaCO_3$  + цукри на ньому). Профільтрований сік світло-жовтого кольору. В ньому міститься незначна кількість надлишкового вапна, тому сік піддають другій сатурації діоксином вуглецю і знову фільтрують.

### 3. Апарати для перегонки і ректифікації.

Розділення рідких сумішей, що складаються із компонентів неоднакової леткості, ректифікація і кінцеве очищення продукту виконується в колонних апаратах. Ректифікація – це розділення гомогенних рідких сумішей шляхом багаторазового взаємного обміну компонентами рідкої і парової фаз. В процесі ректифікації речовини із рідкої фази переходять в парову, і навпаки.

Брагоректифікаційні установки використовуються в спиртовій промисловості. Вони комплектуються бражною, епюраційною і ректифікаційною колонами.

Ректифікаційні колони, які входять в склад установок бувають повні, відгінні і концентраційні (рис. 11.5).

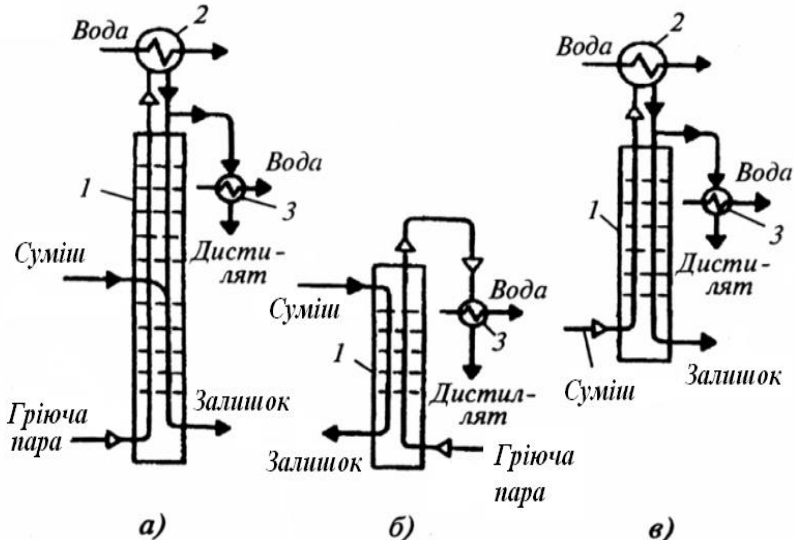


Рисунок 11.5 – Схеми ректифікаційних колон: а – повна; б – неповна відгінна; в – неповна концентраційна.

Повна колона 1 (рис. 11.5, а) складається з відгінної і концентраційної частин, до складу яких входить дефлегматор 2 і холодильник дистиляту 3. Гріюча пара підводиться в нижню частину колони, а вода проходить через дефлегматор і холодильник. Двокомпонентна суміш в повну колону вводиться в середню частину (на верхню тарілку відгінної частини колони). Дистилят відводиться з холодильника дистиляту.

Відгінна колона 1 (неповна) (рис. 11.5, б) має тільки відгінну частину, в ній відсутній дефлегматор 2, а двокомпонентна суміш подається на її верхню тарілку. У цій колоні рідка суміш, що надходить, виробляється низькокиплячим компонентом.

Концентраційна колона 1 (неповна) (рис. 11.5, в) забезпечена дефлегматором 2, а двокомпонентна суміш надходить під нижню тарілку в пароподібному вигляді.

У повній ректифікаційній колоні 1 створюється можливість для отримання практично в чистому вигляді обох компонентів бінарної (двокомпонентної) суміші, яка розділяється. У неповній відгінній колоні з нижньої частини відводиться практично чистий важколеткий компонент, а з верхньої - пара, трохи збагачена легколетким компонентом. З верхньої частини неповної концентраційної колони відводиться практично чистий легколеткий компонент, а з нижньої – залишок, трохи збагачений важколетким компонентом.

Основним елементом колони ректифікації, на якому здійснюється процес масообміну між парою і рідиною є контактний пристрій. Інтенсивний масообмін на контактному пристрої досягається шляхом створення розвиненої поверхні контакту фаз і активної гідродинамічної обстановки. У спиртовій промисловості, як правило, застосовують тарілчасті контактні пристрої, на яких здійснюється послідовно ступінчастий контакт фаз. Тарілки ректифікаційних колон можуть бути (рис. 11.6): ковпачковими, сітчастими, клапанними, лускатими, сітчатоклапанними, жалюзійно-клапанними і ін. У всіх випадках на тарілці утримується шар рідини, через який проходить пара, в результаті чого здійснюється масообмін.

Найпростіша одноковпачкова тарілка одинарного кип'ятіння використовується в бражних колонах установок малої продуктивності (для поділу рідин з завислими частинками або здатних виділяти осад). У одноковпачкової тарілки подвійного кип'ятіння барботаж відбувається з під вінця ковпачка і комірця. Завдяки цьому створюються зустрічні потоки пари, що поліпшують контакт пари і рідини.

Багатоковпачкові тарілки застосовують в колонах для поділу рідин, що не містять зважених часток. Вони мають великий периметр барботажу і більш ефективні. Сітчасті (решітчасті) тарілки мають отвори діаметром 2,5...3,5 мм (для розгону рідин, здатних виділяти осад) і 8...12 мм (для розгону рідин з завислими частинками).

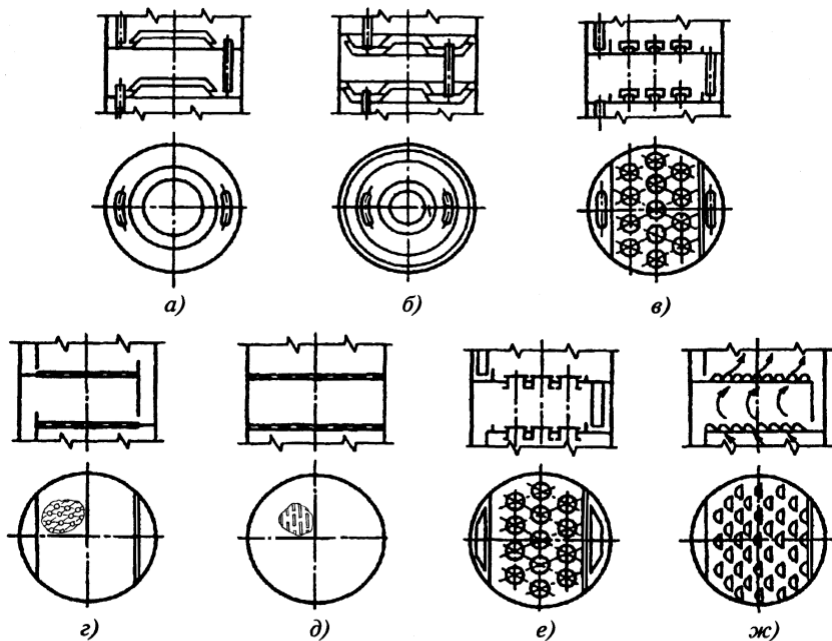


Рисунок 11.6 – Тарілки ректифікаційних колон: а – одноковпачкова одинарного кипіння; б – одноковпачкова подвійного кипіння; в – багатоковпачкова; г – сітчаста (решітчаста); д – провальна; е – клапанна; ж – луската.

У провальній тарілці (решітчастого типу) немає зливних склянок і рідка фаза зливається через ті ж отвори, через які надходить на тарілку пара. Тарілки виготовляються зі сталевих або мідних листів товщиною 2,5...6 мм. Щілини тарілки виконуються штампуванням або фрезеруванням з живим перетином 10...15 %. Відстань між тарілками становить 300...600 мм. Такі тарілки застосовуються в бражних колонах при перегонці мелясної і зернокартопляної бражки.

У клапанних тарілках розподільним пристроєм для пари є клапани (пластини тієї чи іншої форми), які перекривають отвори тарілки і під тиском пари піднімаються, пропускаючи пару. Гранична висота підйому клапана визначається висотою обмежувального пристрою. Клапанні тарілки мають здатність до самоочищення. Вони використовуються в ректифікаційних і еспораційних колонах.

Лускаті тарілки відносяться до групи односпрямованих, де пара і рідина рухаються в одному напрямку, причому пара сприяє руху рідини. Їх доцільно встановлювати в бражних колонах, які працюють на мелясній і

зернокартопельній бражці. Лускаті тарілки забезпечують високу ефективність і продуктивність при роботі в струменевому режимі, коли швидкість пари в щілинах перевищує 12 м/с.

Роботу тарілок оцінюють за пропускну здатністю по парі і рідині, за можливості розділяти робочу суміш, за діапазоном стійкої роботи, за гідравлічним опором та ін. Пропускна здатність за парою і рідиною характеризує продуктивність колон (питомий обсяг кінцевого продукту з одиниці поперечного перерізу колони).

## **Лекція 12: Технологічне обладнання для випічки і теплової обробки харчових продуктів**

- 1. Класифікація промислових печей.*
- 2. Основні елементи промислових печей.*
- 3. Хлібопекарські печі.*
- 4. Обсмажувальні печі.*
- 5. НВЧ-установки для обробки сировини і напівфабрикатів.*

### **1. Класифікація промислових печей.**

Промислові печі являють собою агрегати, які складаються із теплових, механічних і автоматичних пристроїв.

Основними ознаками класифікації промислових печей хлібопекарного і кондитерського виробництв є:

- технологічна, яка описує призначення пічного агрегата. За цією ознакою хлібопекарські і кондитерські печі поділяють на універсальні, в яких випікаються вироби в широкому асортименті, і спеціалізовані, в яких випікається обмежений асортимент виробів;

- продуктивність – за цією ознакою промислові печі поділяють на три групи: печі малої продуктивності з площею черені до 8 м<sup>2</sup>; печі середньої продуктивності з площею черені з 8 м<sup>2</sup> до 25 м<sup>2</sup>; печі великої продуктивності з площею черені понад 25 м<sup>2</sup>;

- теплотехнічна – описує спосіб обігріву робочої абр пекарної камери. За цією ознакою печі поділяються на жарові (регенеративні), в яких робоча камера одночасно є і топочною; печі з канальним обігрівом, в яких теплоносієм є димові гази, що проходять системою каналів і передають теплоту через поверхню теплообміну в пекарну камеру(газоподібне паливо можна спалювати і безпосередньо в каналах, що дозволяє застосовувати рециркуляцію димових газів); печі з пароводяним обігрівом (в якості теплообмінників використовуються нагрівальні товстостінні трубки Перкінса, теплоносієм є суміш води і пари тиском 10...12 МПа); печі з газовим обігрівом, в яких газ спалюється безпосередньо в пекарній камері за допомогою спеціальних пальників; печі з електрообігрівом; печі із змішаним

обігрівом – пекарні камери яких обігріваються шляхом одночасного застосування каналів і пароводяних нагрівальних трубок;

- за типом пекарної камери – за цією ознакою печі діляться на тупикові, в яких посадка тістових заготовок відбувається з одного кінця, а вивантаження готової продукції – з другого;

- за ступенню механізації всі печі розділяють на печі з стаціонарною череню (ці печі не механізовані), з висувною череню (мають просту механізацію), з конвеєрною череню і електроприводом.

Для опалення промислових печей застосовується тверде (вугілля, торф, дрова), рідке (мазут), газоподібне (природний газ) паливо.

## **2. Основні елементи промислових печей.**

Промислові печі складаються з наступних основних елементів: робочої (пекарної) камери, генератора теплоти, пристроїв теплопередачі, огорож робочої камери, допоміжних пристроїв і контрольно-вимірювальних приладів.

В пекарній камері проходить процес випікання продукції. Пекарні камери пічних агрегатів промислових печей виконуються тупиковими, тунельними і прохідними.

В агрегатах з тупиковими пекарними камерами посадка тістових заготовок і вивантаження готових виробів відбувається з однієї сторони, через одне і теж вікно. В пекарній камері розміщується парне число робочих віток конвеєрної черені; дві або чотири.

В агрегатах з тунельними пекарними камерами посадка тістових заготовок відбувається з однієї сторони, а вивантаження готових виробів з протилежної. В пекарній камері тунельної печі дві вітки пластинчатої або сітчастої конвеєрної черені: верхня – робоча, нижня – холоста вітка.

В агрегатах з прохідними пекарними камерами посадка тістових заготовок і вивантаження готових виробів відбувається з протилежних сторін – так, як і для тунельної печі. В пекарній камері таких агрегатів розміщується непарне число робочих віток колісково-череневого кривеєра: три, п'ять, деколи сім.

Всі внутрішні об'єми пічного агрегата від навколишнього простору відділяються стінами і перекриттями. Виконують їх із цегли або металевих панелей із ізоляційним матеріалом.

Для більшості печей в якості генератора теплоти використовуються топки або спеціальні топочні пристрої.

Для спалювання твердого палива в печах використовується шуровочна топка (рис. 12.1), яка обслуговується вручну.

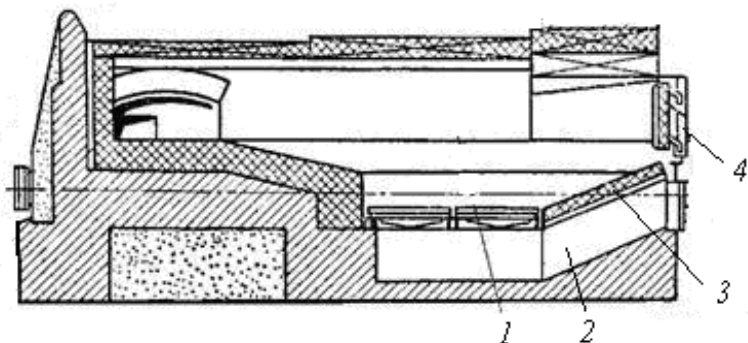


Рисунок 12.1 – Схема типової топки на тверде паливо: 1 – колосникова решітка; 2 – піддувало; 3 – шуровочна плита; 4 – завантажувальні дверцята.

Такі топки придатні також для спалювання газового і рідкого палива. Для цього колосникову решітку 1 закривають одним або двома рядами шамотної цегли, а в завантажувальних дверцятах монтують газовий пальник або пристрій для спалювання рідкого палива. При спалюванні газуроблять ще гірку із битої шамотної цегли для покращення горіння газу.

Для спалювання газу в топках печей застосовують інжекційні пальники низького і середнього тиску з вимушеною подачею повітря. Найбільш поширеним в харчовій промисловості є газові інжекційні пальники типу ИГК (рис. 12.2).

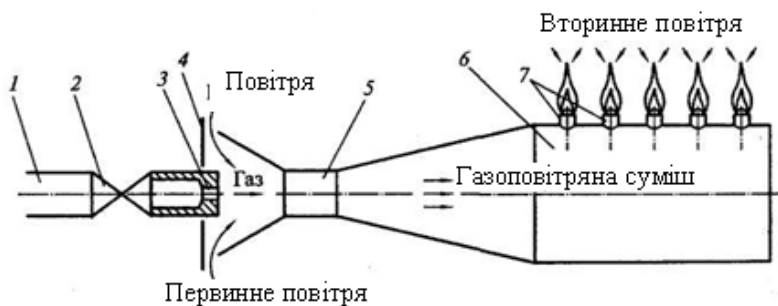


Рисунок 12.2 – Схема інжекційного газового пальника: 1 – газопровід; 2 – пробковий газовий кран; 3 – сопло; 4 – регулятор первинного повітря; 5 – інжектор-змішувач; 6 – насадка; 7 – вогневі отвори.

Принцип дії такого пальника достатньо простий. Газ подається в його сопло. Оскільки діаметр газопровідної трубки значно більше розміру сопла,

газ виходить з останнього з надмірним тиском, таким чином, створюючи в змішувачі-інжекторі розрідження. За рахунок цього в змішувач з навколишнього середовища підсмоктується "первинне" повітря (від 30 до 70 відсотків об'єму, необхідного для повного згорання газу). Недостатня кількість повітря ("вторинне" повітря) поступає в камеру згорання з атмосфери за рахунок інжекційної дії газоповітряних струменів.

Для рідкого палива найбільшого поширення набули форсунки з паровим або повітряним розпилювачем. Форсунка з повітряним розпилювачем (рис. 12.3) складається з корпусу 1, зовнішньої труби розпилювача 2, зовнішнього сопла 4, внутрішньої труби 3 для палива, голки 6 для регулювання подачі палива і внутрішнього сопла 5. Положення голки фіксується штурвалом 8, а щільність установки стрижня голки досягається сальниковою набивкою і натискною гайкою 9. Повітря до форсунок від вентилятора подається через отвір 10, а паливо від витратного бачка – до отвору 7. Продуктивність форсунки до 400 кг/год. При тиску повітря 0,023...0,025 МПа на розпилювання 1 кг мазуту витрачається 1,6...1,75 м<sup>3</sup> повітря.

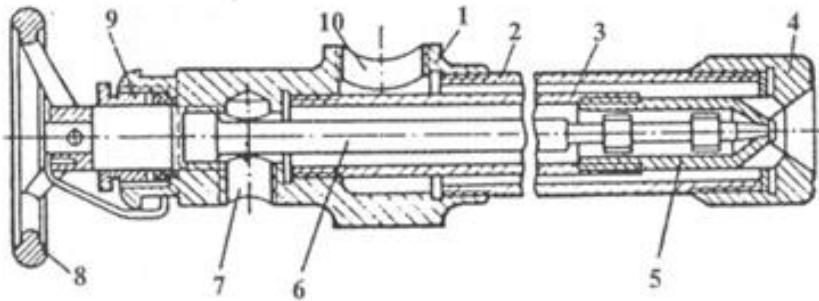


Рисунок 12.3 – Форсунка для спалювання рідкого палива: 1 – корпус; 2 – зовнішня труба розпилювача; 3 – внутрішня труба для палива; 4 – зовнішнє сопло; 5 – внутрішнє сопло; 6 – голка; 7 – отвір для подачі палива; 8 – штурвал; 9 – натискна гайка; 10 – отвір для подачі повітря.

Трубчаті електронагрівачі (ТЕНи) призначені для перетворення електричної енергії в теплову. Для обігрівання пекарної камери використовуються прямі і U-подібні (рис. 12.4) трубчасті елементи. Вони складаються із спіралі 1, яка виготовляється із ніхромового дроту, трубки 2, заповненої ізолюючим матеріалом. Обидва кінці спіралі закінчуються ізоляторами 6 і клемми, які містять контактний стрижень 3, гайки 8 і шайби 9.

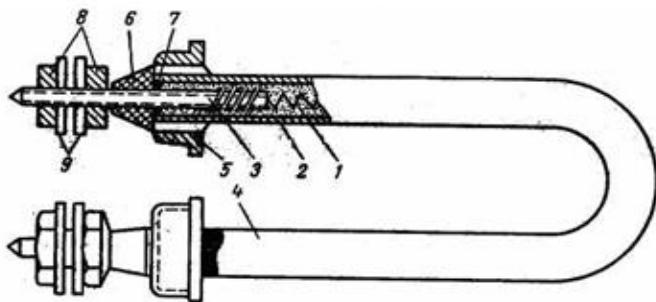


Рисунок 12.4 – Герметично закритий трубчастий електронагрівач: 1 – спіраль; 2 – стінка трубки; 3 – контактний стержень; 4 – корпус; 5 – штуцер; 6 – електроізоляція; 7 – герметик; 8 – гайка; 9 – шайба.

Для передачі теплоти від теплоносія до тіста служать теплопередаючі пристрої, які встановлюються в пекарній камері. В якості таких пристроїв найбільшого поширення отримали канали, пароводяні трубки і електронагрівчі.

Каналами називаються газоходи, через стінки яких теплота поступає в пекарню камеру. Їх виготовляють із вогнетривкої цегли, листової сталі або чавунних і сталевих труб. Форма каналів, їх конструкція і розміщення в пекарній камері залежно від виду виробів, які випікаються, може бути різноманітною.

Допоміжними пристроями пічного агрегату є піддувні і тягові пристосування, пристрої для вентиляції і зволоження середовища пекарної камери, посадочні і розвантажувальні механізми. Порожнина пекарної камери зволожується насиченою паром низького тиску, що поступає від парогенератора печі чи з котельні.

### 3. Хлібопекарські печі.

Для випічки широкого асортименту хлібобулочних і кондитерських виробів використовують тупикові хлібопекарські печі. Тупикову пекарню камеру має піч ФТЛ-20 (рис. 12.5). Вона складається з пекарної камери 1, двох'ярусного конвеєра 2 з підвішеними колицями розміром 1400x350 мм, топки 5, двох водогрійних трубчастих теплоутилізаторів 4 і двох трубчастих парогенераторів 6.

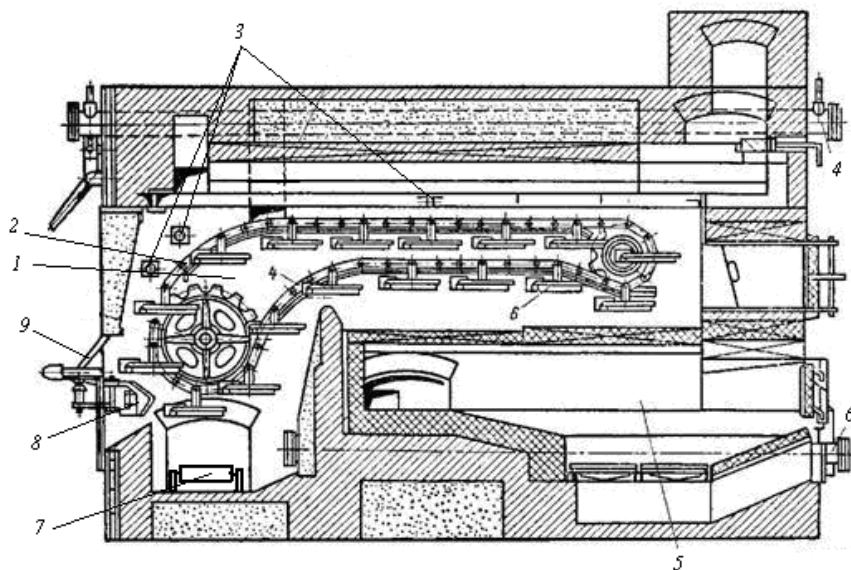


Рисунок 12.5 – Піч ФТЛ-20: 1 – пекарна камера; 2 – конвеєр; 3 – парові труби; 4 – теплоутилізатори; 5 – топка; 6 – парогенератори; 7 – стрічковий транспортер; 8 – копії; 9 – дверцята.

Конвеєр печі приводиться в рух від електродвигуна через пасову передачу, черв'ячний редуктор і пару циліндричних шестерень.

Димові гази з топки 5 направляються по центральному каналу, розгалужуються на два паралельних газоходи і надходять у вертикальні канали, розташовані в задній стіні топкового пристрою. Далі по верхніх газоходах, віддаючи тепло через металеве переkritтя пекарної камери, гази йдуть під теплоутилізатор 4 і направляються в боров.

Посадочний отвір печі обладнано дверцятами 9. Череневі вироби вивантажуються на стрічковий транспортер 7 за допомогою копіїв 8, які нахилиють колицку на 30...45°. Для зволоження пекарної камери пара з парогенераторів 6 надходить трьома трубами 3, дві з яких розташовані в першій, а одна – у другій зоні пекарної камери.

На початку завантаження включають електродвигун приводу печі, при цьому відкриваються посадочні дверцята 9 і проводиться посадка форм або тістових заготовок на колицку конвеєра. Після встановленого часу реле включає електродвигун приводу, і завантажена колицка переміщається на один крок. Подальше завантаження виконують в тій же послідовності, після того як будуть заповнені всі колицки, перша з них дійде до вивантаження.

Для випічки хлібобулочних виробів на підприємствах більшої потужності використовують тунельні печі. Представником таких печей є ПХС-25М (рис. 12.6) з каналним рециркуляційним обігрівом.

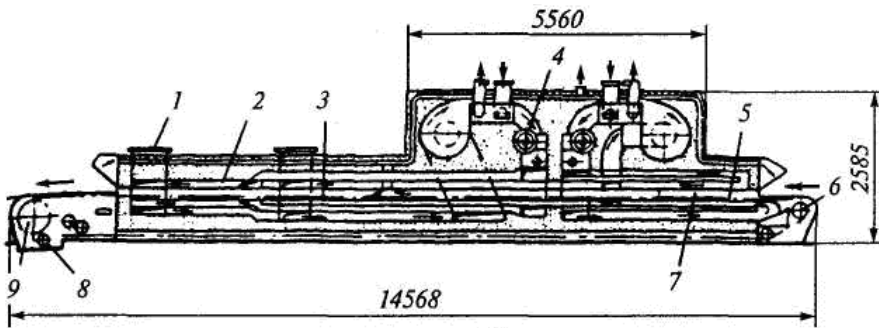


Рисунок 12.6 – Піч ПХС-25М; 1 – витяжний канал; 2, 3 – верхній і нижній обігрівачі канали; 4 – топка; 5 – стрічкова черені; 6 – натяжний барабан; 7 – фартух; 8 – щітка; 9 – привідний барабан.

Вона складається з пекарної камери, верхнього 2 і нижнього 3 металевих каналів для обігріву камери, двох топок 4 з змішувальними камерами і інжекційними газовими пальниками, стрічкової черені 5 із сталеві спірално-стрижневої сітки, приводного 9 і натяжного 6 барабанів. Останній обладнаний пристроєм для коригування положення сітчастої стрічки шляхом зміни ступеня натягу її правої або лівої половини. Крім того, конвеєр має сигналізатор, який включається, коли порушуються встановлені зазори між краями сітчастої стрічки і бічними стінками пекарної камери.

Для очищення сітчастої черені передбачена металева кругла щітка 8 з вантажним притискним механізмом, що приводиться в рух від електродвигуна через черв'ячний редуктор і дві ланцюгові передачі.

Огорожа печі каркасного типу виконана зі сталевих щитів з ізоляцією із мінеральної вати. Всього в печі дев'ять внутрішніх секцій. Для огляду конвеєра і спостереження за випічкою в бічних стінах печі є оглядові люки, а для контролю температури середовища пекарної камери передбачені три термометри манометричного типу. Над посадочним і вивантажувальним отворами розташовані зонти, що приєднуються до витяжних труб.

У зоні посадки пекарної камери змонтовано зволожувальний пристрій, що складається з ряду перфорованих трубок, водовідділювача, вентилів і манометра та під'єднаний до заводської парової системи. Для зменшення вентиляції пекарної камери всередині неї передбачені два поворотних фартуха 7. Для видалення зайвої вологи пекарна камера з'єднана двома витяжними отворами і каналами з вентиляційною системою підприємства.

Конвеєр печі приводиться в рух від електродвигуна через дві клинопасові передачі, ланцюговий варіатор, комбінований редуктор і зубчасту передачу. У конструкції приводного механізму передбачений ручний привід. Наявність варіатора дозволяє регулювати тривалість випічки в межах 12...72 хв.

Піч обладнана двома обігрівальними системами, одна з яких обслуговує зону випічки (права), а друга – зону дорікання (ліва). Топки печі пристосовані для спалювання газоподібного і рідкого палива.

#### 4. Обсмажувальні печі.

Обсмажування – процес теплової обробки продуктів при температурі 120...160°C з використанням проміжного теплоносія (рослинної або тваринної олії), яка контактує з сировиною.

Обсмажувальні печі призначені для обсмажування овочів, кукурудзяних пластівців, кофе, какао-бобів та іншої сировини.

Для обсмажування овочів в рослинній олії для виробництва овочевих консерви використовується пароолійна піч АПМП-1 (рис. 12.7). Вона має такі основні вузли: ванну 1, транспортер 2 і витяжні пристрої, привод 2 та енергоустаткування, елеватор 9.

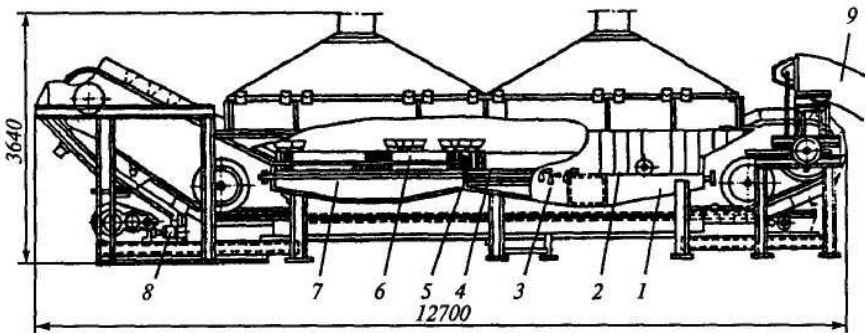


Рисунок 12.7 – Автоматизована пароолійна піч АПМП-1: 1 – ванна; 2 – транспортер; 3, 7 – відсіки ванни; 4 – охолоджувачі; 5 – перегородка; 6 – нагрівальні камери; 8 – привод печі; 9 – завантажувальний пристрій.

Ванна є зварною конструкцією і розділена перегородкою на два відсіки 3 і 7: в першому (по ходу продукту) розміщені дві нагрівальні камери, кожна з яких має три ряди труб по висоті ванни; у другому – дві дворядні нагрівальні камери, підняті відносно нагрівальних камер першого відсіку на 50 мм. Розділення ванни на два відсіки зі ступінчастим розміщенням нагрівальних камер дає змогу зменшити кількість використаної олії, а поділ

поверхні нагрівання за довжиною (65 % у першому відсіку і 35 % — у другому) забезпечує рівномірну температуру її, що сприяє якіснішому обсмажуванню продукту.

Олія відокремлена від дна ванни водяною подушкою. Щоб запобігти перегріванню води при постійній водяній подушці, під нагрівальними камерами встановлені трубчасті охолоджувачі 4.

Нагрівальні камери і охолоджувачі є теплообмінниками, які складаються із плоско овальних труб, вварених у прямокутні колектори.

Транспортувальний пристрій (конвеєр) являє собою нескінченне полотно, зібране з ківшів із перфорованих листів. З боку завантаження сировини розміщена натяжна станція. Над ванною печі встановлюється витяжний пристрій (зонг). Транспортувальною стрічкою печі продукт подається у ванну, де обжарюється в олії при температурі 120...160°C і видаляється стрічкою з ванни та вивантажується в місці огинання нею приводної зірочки.

Пристрій для транспортування і фільтрації олії включає в себе напірний і фільтруючий бачки, фільтр, консольно-моноблочний насос, поплавковий регулятор і трубопроводи із запірною арматурою.

Привод печі складається із двигуна, двох редукторів і тахогенератора, привод завантажувального пристрою – двигуна і двох редукторів.

Для обсмажування рибних паличок в консервному виробництві широко використовуються обсмажувальні печі з електрообігрівом (рис. 12.8). Вона складається із ванни 1 під подвійним днищем 2 якої розміщені дві секції електроспіралей 3.

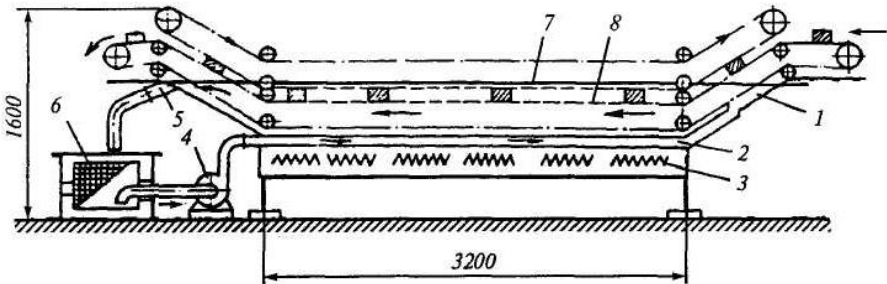


Рисунок 12.8 – Обсмажувальна піч з електропідігрівом: 1 – ванна; 2 – подвійне днище; 3 – електроспіраль; 4 – насос; 5 – патрубок; 6 – барабанний фільтр; 7 – стрічковий транспортер; 8 – металевий сітчастий транспортер.

Олія, яка подається циркуляційним насосом 4 в порожнину подвійного днища нагрівається від увімкнених секцій електроспіралей до 180...200°C і подається через щільний колектор у ванну. Олія, проходячи через вузьку

щілину (1...1,5 мм), дроселюється і надходить в ванну зі швидкістю 12...15 м/с (швидкість олії у ванні близько 0,2 м/с). З іншого боку ванни олія стікає через патрубок 5 в барабанний фільтр 6 для грубої очистки, а звідти насосом 4 знову нагнітається для нагріву в порожнину подвійного днища ванни, одночасно частина олії тонко фільтрується через папір. При обсмажуванні в печі знаходиться одночасно близько 1100 кг олії і додається близько 65 кг/год свіжої олії. Продукт переміщається в ванні за допомогою двох конвеєрів 7 і 8, розташованих один над іншим. Рибні палички, укладені на сітчасту металеву стрічку конвеєра 8, при русі щільно притискаються до стрічки конвеєра 7 і в такому положенні разом зі стрічками занурюються в гарячу олію. Тривалість обсмажування в печі 1...3,5 хв. Обсмажені рибні палички попередньо надходять у повітряний охолоджувач.

## **5. НВЧ-установки для обробки сировини і напівфабрикатів.**

НВЧ-нагрівання дозволяє значно інтенсифікувати технологічні процеси харчових виробництв. Його використовують для стерилізації і пастеризації продуктів, для хлібопечення, сушіння і розмороження, швидкого приготування їжі, тощо.

Суть НВЧ-нагрівання полягає в тому, що харчові середовища і продукти мають певні електрофізичні властивості – електропровідність та діелектричну проникність і внаслідок впливу електричного поля в цих речовинах створюють потоки заряджених частинок (електронів) і іонів) та різного роду поляризаційні ефекти, які в свою чергу можуть здійснювати тепловий, електрохімічний, біофізичний вплив на речовину. Таким чином здійснюється теплова обробка тієї, або іншої речовини, змінюється структура, фізикохімічні і біологічні властивості продуктів. Дуже важливим є те, що НВЧ-нагрівання продуктів харчування можна робити безпосередньо в упаковці.

В харчовій промисловості широко використовується стерилізація і пастеризація харчових продуктів (соків, пива, тортів і т.д.) в тарі. Для цього розроблена спеціальна НВЧ-установка (рис. 12.9).

Установка складається з електромагнітної системи, всередині якого за допомогою ланцюгового конвеєра 6 переміщається продукт 1, що обробляється, в тарі. Ланцюговий конвеєр виконаний з фторопласта, що забезпечує мале поглинання енергії елементами конвеєра. При установці елементів конвеєра іншої форми можна обробляти харчові продукти в тарі різного типу і розміру (банки, пляшки і т.д.).

Тягова зірочка 4 ланцюгового конвеєра закріплена на вихідному валу приводу. У приводі 2 встановлений електродвигун постійного струму, що дозволяє змінювати швидкість конвеєра в широких межах і тим самим підбирати раціональний режим обробки. Як джерело застосований магнетронний генератор з вихідною потужністю 25 кВт з частотою 915 МГц.

Особливістю установки є те, що збудження електромагнітного поля в робочому хвилеводі здійснюється за допомогою збуджувача 3, що має кілька щілин зв'язку, розташованих таким чином, що поглинання енергії харчовим продуктом відбувається рівномірно.

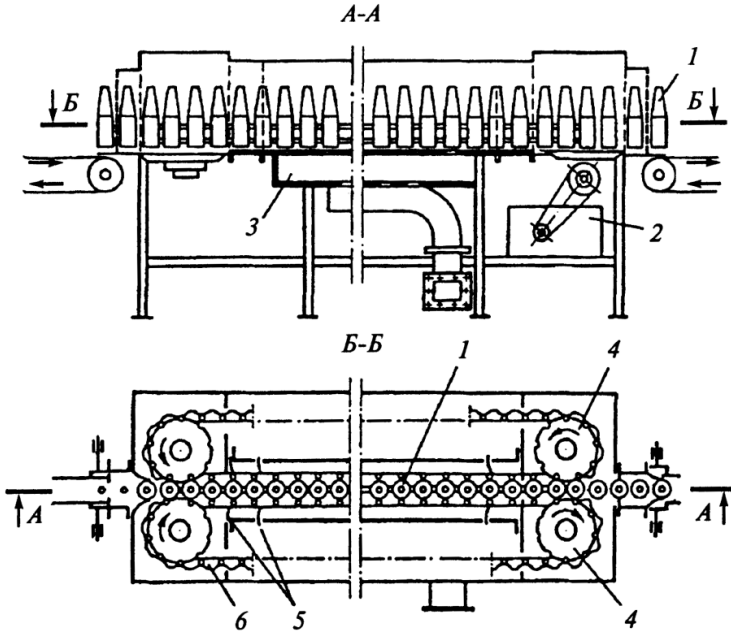


Рисунок 12.9 – НВЧ-установка: 1 – продукт; 2 – привід; 3 – збуджувач; 4 – тягова зірочка; 5 – шлюзова система; 6 – ланцюговий конвейєр.

В даній установці застосована гребінчаста шлюзова система 5, кожен шлюз якої складається з трьох гребінок, виконаних зі спеціального матеріалу, що поглинає НВЧ-енергію. Відстань між гребінками розрахована в залежності від розміру тари. В результаті при переміщенні конвеєра в кожен момент часу одна з трьох гребінок шлюзового пристрою завжди закрита. Це дозволяє знизити випромінювання в навколишній простір НВЧ-енергії до допустимого рівня. Крім того, відповідне розташування щілин збудження забезпечує рівномірне поглинання електромагнітної енергії оброблюваним продуктом, і на перші гребінки шлюзових пристроїв падає не більше 2...5 % потужності генератора.

## **Лекція 13: Технологічне обладнання для теплової обробки фасованих харчових продуктів**

*1. Класифікація обладнання для теплової обробки фасованих харчових продуктів.*

*2. Стерилізатори періодичної дії.*

*3. Стерилізатори безперервної дії.*

*4. Пастеризатори.*

### **1. Класифікація обладнання для теплової обробки фасованих харчових продуктів.**

В харчових виробництвах для теплової обробки фасованих харчових продуктів застосовують в основному стерилізацію і пастеризацію.

Теплова обробка продуктів при температурі до 100°C називається пастеризацією і здійснюється при атмосферному тиску. Теплова обробка при температурі вище 100°C називається стерилізацією. Для того, щоб не було розгерметизації банок під дією внутрішнього тиску, цей процес проводиться при надлишковому тиску, який створюється водою, парою або пароповітряною сумішшю.

Залежно від принципу дії і способу теплової обробки апарати поділяються на періодичної (автоклави) і безперервної дії, які можуть працювати при атмосферному тиску і тиску, що перевищує атмосферний.

Автоклави виготовляють двох типів: вертикальні і горизонтальні. Горизонтальні автоклави застосовують для стерилізації консервів в металевій тарі, вертикальні – для стерилізації всіх видів консервів, як в металевій так і скляній тарі.

Безперервно діючі стерилізатори відрізняються наявністю транспортуючого засобу – стрічкові транспортери, пластинчасті, ковшові, роторні, а також пристроями завантажувальних і розвантажувальних механізмів. В теперішній час дуже поширюються інжекційні стерилізатори і НВЧ-установки.

### **2. Стерилізатори періодичної дії.**

Стерилізатори періодичної дії (автоклави) мають дуже широке застосування в плодоовочевій, консервній, м'ясній, молочній, рибній та інших галузях харчової промисловості.

До апаратів періодичної дії відносяться відкриті ванни і автоклави. Автоклави являють собою закриті апарати. Вони є двох типів: вертикальні і горизонтальні.

Автоклав – це установка, яка дозволяє проводити стерилізацію при підвищеному тиску та температурі, нижчій ніж 100°C.

Вертикальний автоклав АВ-4 (рис. 13.1) складається з вертикального циліндричного зварного корпусу 3, кришки 4, кошиків 10, програмного регулятора 9, арматури для підключення до магістралі пари, води, повітря та відводу конденсату.

На корпусі встановлені манометр 8, термометр 7 і датчик програмного регулювання 9. У нижній частині корпусу розташований кільцевий барботер 11 для подавання пари або стисненого повітря і зливний патрубок із стаканом.

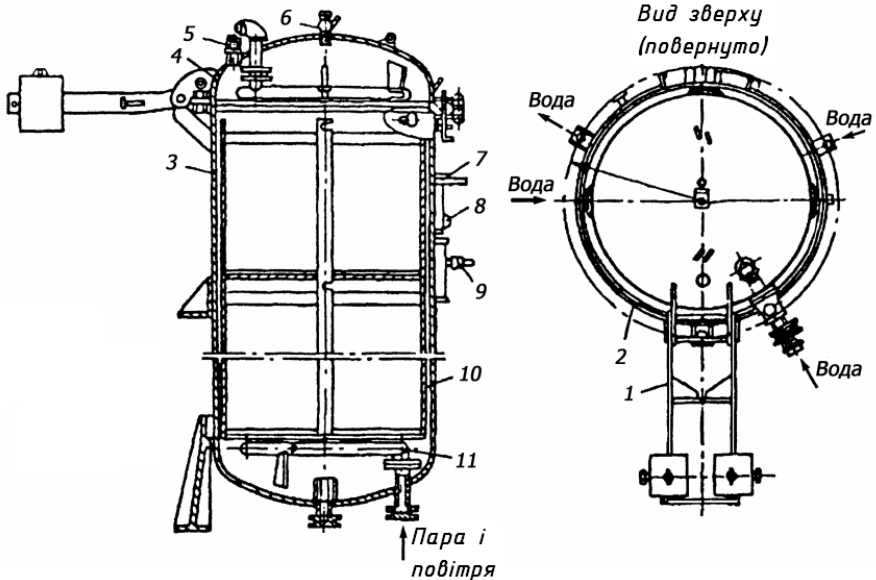


Рисунок 13.1 – Стерилізатор (автоклав) АВ-4: 1 – зрівноважуючий пристрій; 2 – швидкодіючий затискач; 3 – корпус; 4 – кришка; 5 – запобіжний клапан; 6 – контрольно-спусковий кран; 7 – термометр; 8 – манометр; 9 – програмний регулятор; 10 – корзини; 11 – паровий барботер.

Фланці кришки та корпусу притискаються один до одного за допомогою пристрою 2, який складається з п'ятнадцяти секторних затискачів, які в свою чергу закріплені на кільці з пружинної листової сталі та важільної системи для стягування і розведення поясного затискача. На кришці передбачені штуцери для запобіжного клапана 5, який спрацьовує при величині тиску більш ніж 0,35 МПа і контрольно-спускового крана 6. Кришка автоклава 4 оснащена важільним пристроєм 1, що урівноважує її вагу і зменшує зусилля при її відкриванні та закриванні.

Кошик автоклава являє собою сталеву циліндричну перфоровану отворами ємність місткістю близько 500 л. З зовнішньої сторони кошика встановлені пружинні фіксатори для забезпечення гарантованого кільцевого зазору між корпусом і кошиком.

Пара і повітря подаються в нижню частину автоклава; відведення води з нього може проводитися як у верхній частині, так і в нижній, подавання води для охолодження тільки у верхній частині.

Застосування програмного регулятора 9 дозволяє проводити процес стерилізації в автоматичному режимі.

Парова стерилізація продуктів у банках проводиться наступним чином. Наповнені банками кошки встановлюють в автоклав один на другий, закривають герметичну кришку 4, після чого відкривають продувний кран і паровий вентиль через які повітря з порожнини автоклава витісняється паром. При появі пари з продуктового крана його закривають і проводять нагрівання продукту до встановленої температури. Тривалість нагрівання встановлюється заданим режимом стерилізації.

Після закінчення процесу стерилізації паровий вентиль закривають і поступово знижують тиск та температуру, випускаючи при цьому пару через продувний вентиль. Оброблені банки з продуктом проходять стадію охолодження до температури 40...50°C в самому автоклаві або на відкритому повітрі.

Стерилізація продуктів у скляній тарі в воді з водяним протитиском проводиться наступним чином. Після установки кошиків в корпус і його герметизації апарат наповнюють водою, температура якої на 10...15°C вища ніж температура тари з продуктом. Через паровий барботер в автоклав подається пара з поступовим підвищенням температури в ньому до встановлених технологічних режимів. Повітряним компресором створюється та підтримується постійний тиск в системі. Після закінчення стерилізації пара та гаряча вода поступово відводяться з апарату через зливну трубу за рахунок подавання в нього холодної води.

Особливу увагу слід приділяти процесу охолодження тари з продуктом, особливо скляної. Це пов'язане з тим, що при нагріванні в зовнішніх шарах стінок скляної тари виникають стискаючі напруження, в той час як при охолодженні в них виникають напруження розтягу. Встановлено, що найбільш небезпечним з технологічної точки зору є охолодження тари від температури стерилізації до 70°C. У зв'язку з цим при охолодженні температура в автоклаві повинна знижуватись поступово та рівномірно.

Горизонтальний автоклав (рис. 13.2) складається з корпусу 1, який з торцевих сторін має кришки 2, що герметично закриваються за допомогою затискного пристрою 3. В середині корпусу встановлений барботер 4 для пари та змонтована спеціальна колія для переміщення візків з продуктом, що обробляється. Горизонтальні автоклави виготовляють на один, чотири та шість візків і конструктивно вони відрізняються між собою лише довжиною

корпусу. Аналогічно вертикальним автоклавам горизонтальні автоклави комплектуються відповідними контрольно-вимірювальними приладами та комунікаціями.

Наявність двох кришок дає можливість завантажувати продукцією апарат з одного боку, а розвантажувати з протилежного, що в свою чергу забезпечує поточність технологічного процесу.

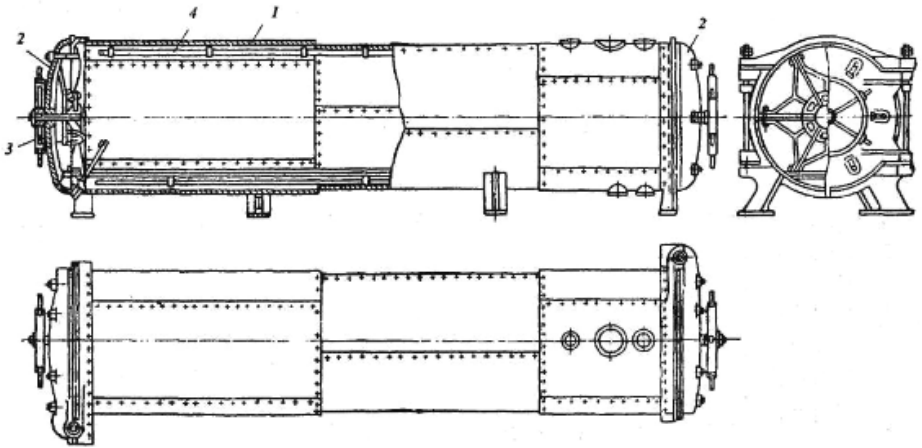


Рисунок 13.2 – Горизонтальний автоклав: 1 – корпус; 2 – кришка; 3 – затискний пристрій; 4 – барботер.

Горизонтальні стерилізатори розраховані на роботу при температурі до  $140^{\circ}\text{C}$  та тиску до 500 кПа.

### 3. Стерилізатори безперервної дії.

Стерилізатори безперервної дії в порівнянні з періодично діючими (автоклавами) мають багато переваг: кращі умови обслуговування, більш висока продуктивність праці, безперервність процесу, менший час стерилізації завдяки більш інтенсивному теплообміну, який створюється при русі банок, менша виробнича площа, менша витрата пари.

Стерилізатори безперервної дії бувають роторні (барабанні), з гідростатичним тиском і горизонтальні з пластинчастим транспортером.

Роторні стерилізатори призначені для стерилізації консервів у металевій тарі. Для стерилізації консервів за температури понад  $100^{\circ}\text{C}$  стерилізатор має три нерухомих горизонтально розміщених циліндричних корпуси, які подібні за будовою і встановлені паралельно та призначені відповідно для підігрівання, стерилізації та охолодження консервів. У

середині корпусів на валах встановлені барабани, поверхні яких паралельні внутрішній поверхні корпусів і мають прикріплені паралельно осі сталеві смуги. Відстань між смугами дорівнює діаметру консервів. На внутрішній циліндричній поверхні нерухомого корпусу закріплені спіральні напрямні зі штабової сталі. Крок спіралі дорівнює діаметру консервів. Між спіраллю на корпусі і смугами на нерухомому барабані незначна відстань (рис. 13.3).

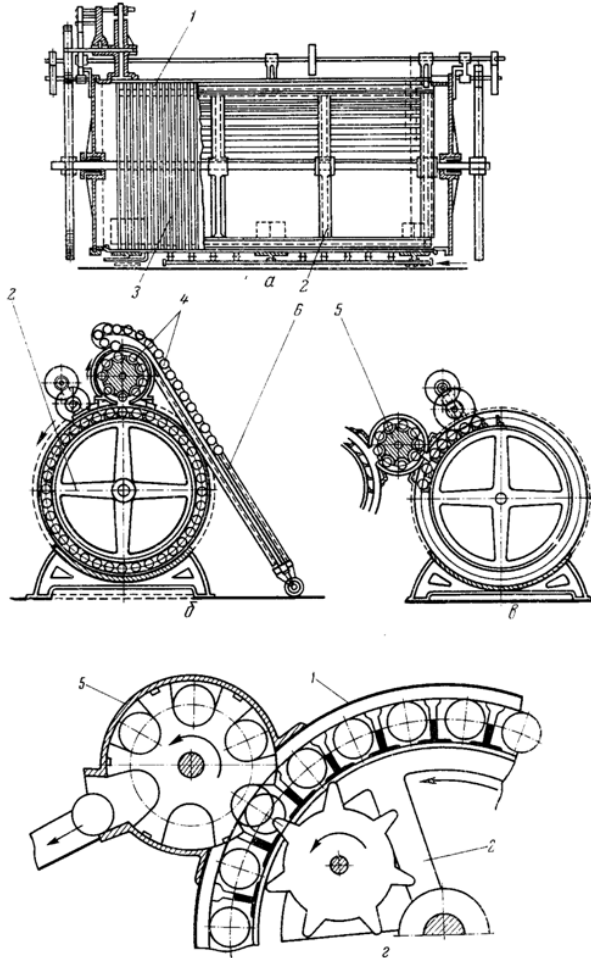


Рисунок 13.3 – Роторний стерилізатор безперервної дії: а – загальний вигляд; б – завантажувальний клапан; в, г – розвантажувальний клапан; 1 – корпус; 2 – ротор; 3 – спіралеподібна напрямна; 4 – завантажувальний клапан; 5 – розвантажувальний клапан; 6 – ланцюговий елеватор-живильник.

Консерви завантажують за допомогою ланцюгового елеватора через впускний клапан. Консерви скочуються на рухомий барабан і розміщуються між сусідніми смугами. При обертанні барабана консерви ковзають по нерухомій спіралеподібній напрямній на корпусі й переміщуються вздовж рухомого барабана. Після підігрівання вмісту до 98°C консерви з першого корпусу через герметичний клапан передаються у стерилізатор і при обертанні ротора переміщуються до протилежної сторони. Під час переміщення консерви за рахунок тертя по нерухомій спіралі обертаються навколо своєї осі.

Після стерилізації вони через герметичний клапан передаються в корпус охолодження, де охолоджуються до 30...40°C за надлишкового тиску повітря. Із корпусу охолодження консерви вивантажуються через герметичний клапан.

Консерви підігрівають і охолоджують водою, стерилізують у середовищі водяної пари, тиск якої підтримується автоматично відповідно до температури стерилізації.

Основним недоліком роторних стерилізаторів є те, що вони призначені для стерилізації консервів у жерстяній тарі лише одного розміру. Під час обертання вміст банок перетирається і частково втрачає свою структуру. Через різкий перепад тисків і температури при переході консервів із корпусу в корпус вони можуть деформуватися; олово на їхніх поперечних швах спрацьовується.

Лінійні стерилізатори фірми «Мазер і Платт» за принципом дії аналогічні роторним, але банки транспортуються пластинчастими ланцюговими конвеєрами, які рухаються по вертикальних спіралях в окремих корпусах, як і в роторних стерилізаторах.

На консервних заводах великої продуктивності більш поширеними є гідростатичні стерилізатори (рис. 13.4). Їх використовують для стерилізації банок у тарі з різних матеріалів і різної форми. Гідростатичні стерилізатори мають відносно просту будову і високу продуктивність (до 1500 банок за хвилину). Сучасні гідростатичні стерилізатори мають п'ять колон (шахт) прямокутної форми заввишки 13,5...16,0 м. У середині колони рухається безперервний роликівий дволанцюговий конвеєр із сітчастими носіями для банок.

Банки надходять до завантажувального механізму стерилізатора, який розміщує їх у носії для банок, і по першій колоні транспортуються в другу, яка заповнена водою. Висота стовпа води має бути достатньою для зрівноваження тиску стерилізації.

Стовп води заввишки 10 м створює надлишковий тиск 0,1 МПа, якого достатньо для здійснення процесу стерилізації парою за температури 120°C. У міру опускання носіїв з банками у другій колоні зверху вниз банки поступово прогріваються до температури стерилізації. Тиск, який утворюється в банках при нагріванні, компенсується за рахунок постійного

збільшення висоти стовпа води у міру переміщення носіїв до низу колони попереднього нагрівання.

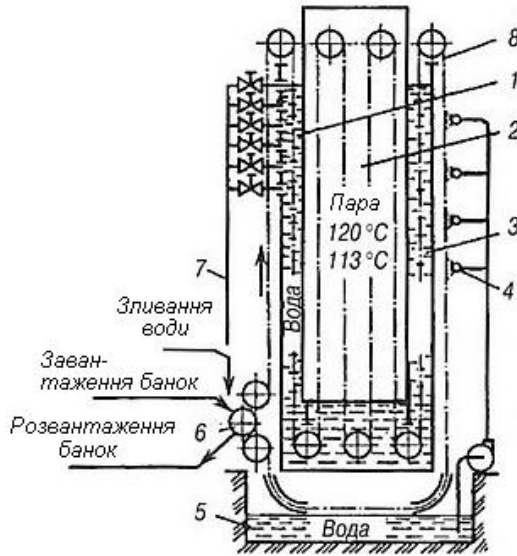


Рисунок 13.4 – Схема гідростатичного стерилізатора А9-ФСА: 1 – камера підігріву; 2 – камера стерилізації; 3 – камера попереднього охолодження; 4 – камера додаткового охолодження; 5 – басейн охолодження; 6 – механізм завантаження і вивантаження; 7 – лінія зливу води.

Після попереднього прогрівання банки надходять у третю колону – камеру стерилізації, заповнену насиченою парою. Камера має випускний вентиль для випускання повітря. Температура в камері відповідно до р – Т-діаграми визначається тиском стовпа води у другій та четвертій колонах. Консерви рухаються в камері зверху вниз протягом часу, потрібного для стерилізації банок.

Після стерилізації банки із стерилізаційної камери надходять знизу в колону охолодження, де температура і тиск зменшуються у міру піднімання носіїв з банками вгору. На виході з охолоджувальної колони вміст банок охолоджений до 75... 80°С. Надалі банки опускаються вниз і охолоджуються водою в камері додаткового охолодження до температури 40...50°С. Після цього консерви механізмом розвантаження звільнюються з носіїв і надходять на ділянку гарячого сортування.

Рух води в колонах 1 і 3 має зворотний напрямок руху банок. Холодна вода, що надходить у колону 3 зверху, підігрівається за рахунок тепла банок і

перекачується в колону 2. З цієї колони вода відводиться через переливний пристрій і її можна використовувати на технічні потреби. Основним недоліком гідростатичних стерилізаторів є велика висота приміщень для їх установлення (до 25 м), значні площі через потребу мати басейн для охолодження води. Крім того, час перебування банок у зоні попереднього нагрівання, як правило, незначний, унаслідок чого тиск, що утворюється в тарі, значно відстає від тиску у камері стерилізації. При вході банок у камеру стерилізації виникає максимальна різниця тисків (до 0,12 МПа), яка поступово зменшується у міру прогрівання банок у камері стерилізації. І навпаки, під час переміщення банок у зоні охолодження різниця тиску в банках і охолоджувальному середовищі збільшується, досягаючи значень того самого порядку, що і при нагріванні, поки вміст не буде охолоджений.

#### **4. Пастеризатори.**

Для пастеризації окремих видів консервів використовують стрічкові або конвеєрні апарати, в яких транспортуючий механізм переміщує продукцію в банках або пляшках через тунель, розділену на три зони: підігріву, пастеризації і охолодження.

Пастеризація рідких продуктів (соків, пюре і т.д.) може здійснюватися в спеціальних проточних пластинчастих або трубчатих установках. У них продукт послідовно прокачується через три секції: підігріву, пастеризації та охолодження. Для пастеризації і охолодження з тепловим ексаугстуванням рідких продуктів в трьохлітрових банках використовують установку безперервної дії А2-КПО (рис.13.5).

Установка складається з наповнювача 1 для трілітрових банок, ексаугстера 2, закупорювальної машини 3, подаючого конвеєра 4, пастеризатора-охолоджувача 5, вивантажувального конвеєра 6.

Ексаугстер 2 призначений для теплового ексаугстування (прогрів пароповітряної суміші в незаповненому просторі банки) соку з метою зниження тиску в банці і ліквідації браку від зривання кришок. Він являє собою камеру нагріву з пластинчастим конвеєром, з кожного боку якого знаходиться по шість ламп інфрачервоного випромінювання типу КГ 220-1000-6У4.

Подаючий конвеєр передає банки з соком від закупорювальної машини на транспортерну сітку пастеризатора-охолоджувача. Над конвеєром є штовхач, який переміщує ряд з 10 банок на транспортну стрічку. У камері пастеризації банки обдуваються знизу гарячим повітрям.

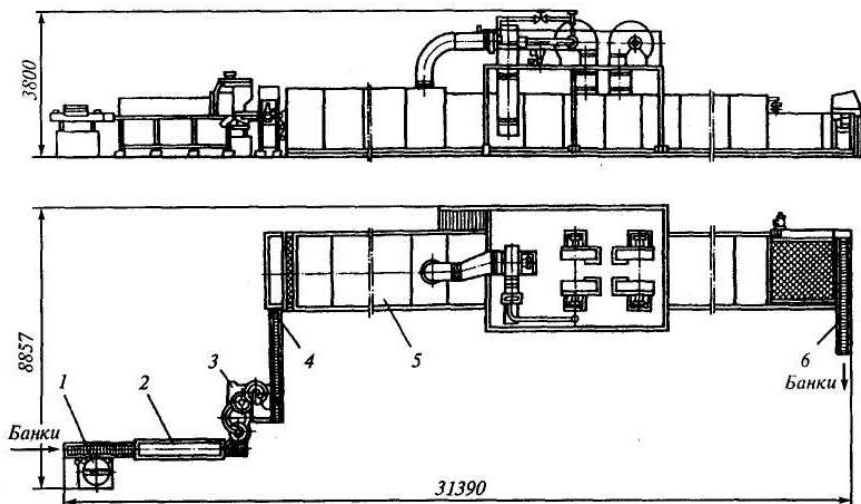


Рисунок 13.5 – Установка А2-КПО: 1 – наповнювач банок; 2 – ексгаустер; 3 – закупорювальна машина; 4 – подаючий конвеєр; 5 – пастеризатор-охолоджувач; 6 – вивантажувальний конвеєр.

Камера комбінованого охолодження складається з двох ділянок: охолодження банок повітрям і охолодження банок водою (душвання) при температурі 20...25°C. Охолоджені банки переходять на вивантажувальний транспортер, яким направляються на подальшу обробку.

## Лекція 14: Вагове обладнання

1. Класифікація вагового обладнання.
2. Ваги загального призначення.
3. Технологічні ваги.

### 1. Класифікація вагового обладнання.

Зважуванням називається вимірюванням маси тіла з використанням ефекту гравітаційних сил, які діють на це тіло.

Вагове обладнання призначене для визначення маси різних матеріалів, сировини напівфабрикатів і готової продукції.

Ваги класифікують за:

1 Призначенням:

- зразкові;
- лабораторні;

- загального призначення;
- технологічні.

## 2. Принципом вимірювання маси:

- важільні – принцип дії заснований на врівноваженні сили ваги вантажу за допомогою важеля чи системи важелів;
- пружинні – принцип дії оснований на законі Гука, тобто врівноваженні сили ваги вантажу досягається за допомогою пружинного силосимірювача.
- гідравлічні – принцип дії оснований на дії архімедової сили;
- електронні – працюють на основі перетворення механічної дії сили ваги вантажу в пропорційний їй електричний сигнал, який виражається цифровим індексом значення вимірюваної маси.

## 3. Способом встановлення:

- настільні – їх встановлюють на робочому столі і використовують для зважування вантажів до 20 кг;
- підвісні – використовуються на робочих місцях, де інші ваги застосувати важко (межа зважування 30 кг);
- пересувні (платформи) – встановлюються, як правило, на підлозі у місцях приймання товару і розраховані на масу вантажу до 500 кг;
- стаціонарні – встановлюють на постійному місці в спеціальному заглибленні. Платформа ваг повинна бути на рівні підлоги, що полегшує процес зважування. До стаціонарних ваг відносяться ваги підвищеної вантажопідйомності – автомобільні, вагонні, елеваторні (бункерні).

## 4. Видом відлікового механізму:

- важкові – маса вантажу визначається шляхом підрахунку маси важків;
- шкальні – маса вантажу визначається за шкалою коромисла по місцю розміщення пересувних важків, які врівноважують вантаж;
- шкально-важкові – маса вантажу знаходиться по значенню важків, розміщених на важкотримачі, і шкалі коромисла, по якій переміщується для врівноваження вантажу пересувний важок;
- циферблатні – маса вантажу визначається за допомогою стрілки на шкалі циферблата;
- циферблатно-важкові – маса вантажу знаходиться за сумою маси важків на товарній площадці і показів шкали циферблата;
- цифрові електронні – значення маси знімаються з екрана, де фіксується цифровою цифрою показник маси.

На харчових підприємствах використовуються ваги загального призначення і технологічні. Технологічні ваги служать для зважування безпосередньо в технологічних процесах.

Зважування може проводитися дискретно, тобто окремими порціями сировини, продукції, або безперервно при переміщенні різних матеріалів в потоці.

## 2. Ваги загального призначення.

Найбільш поширеним видом ваг загального призначення є важільні нерівноплечі. Конструкція вантажоприймального пристрою таких ваг визначається характером вантажів, що зважується. Якщо ваги служать для зважування штучних вантажів, їх оснащують платформою, сипких продуктів – бункером, рідин – баком.

Важільно-механічні ваги мають такі основні пристрої: вантажоприймальні, важелі, вказівні, заспокоювачі коливань (демпфери) і тарувальне пристосування.

Пересувні платформові ваги (рис.14.1) є базовими для більшої групи даного обладнання.

Вантажопідйомний пристрій пересувних ваг – майданчик, виготовлений з сталі, як правило, прямокутної форми з елементами опор, за допомогою яких зусилля вантажу, що зважується передається на вантажоприймальні важелі.

Важільний пристрій – це система важелів. Вантажоприймальні важелі призначені для сприйняття ваги вантажу, що зважується, і передачі зусилля на проміжний механізм, і далі на вказівний пристрій ваг. Наприклад, в конструкції товарних пересувних шкальних ваг (рис. 14.1) є два вантажоприймальних важеля, а саме, великий 4 і малий 7 підплатформовий важелі з'єднані вони між собою сержкою.

До складу проміжного механізму входять елементи конструкції ваг, за допомогою яких здійснюється передача зусилля на вимірювальний пристрій. На схемі шкальних ваг до числа таких конструктивних елементів відносяться тяга 15, передавальний важіль 14 і сполучна сержка 10. У більш складних конструкціях важільних ваг, наприклад автомобільних, кількість передавальних елементів значно зростає. Крім того, для розширення діапазону зважування у деяких вагах передбачений кулачковий механізм, за допомогою якого накладний важок міститься на вантажному важелі. Цей елемент також можна віднести до проміжного механізму, так як він впливає на кінцевий результат зважування.

Вказівний пристрій залежно від конструкції фіксує значення зважування маси продукту за шкалою або циферблату ваг. На шкальних вагах масу вантажу, що зважується, визначають за шкалами коромисла 12, на яких для досягнення рівноваги переміщують незнімні пересувні важки 13.

Коромисло шкальних ваг (рис. 14.2) – це важіль першого роду 1 з опорною призмою 2 і передавальною призмою 9, з якою через тягу 8 пов'язана система вантажоприймальних важелів ваг. На коромислі є дві лінійки з нанесеними на них шкалами 4 і 6, за якими для досягнення рівноваги переміщуються незнімні важки 3 і 7. Рівновага визначається за положенням покажчика рівноваги 5. При досягненні рівноваги визначення маси вантажу проводять з основної та допоміжної шкали 4 і 6. Тарування ваг

здійснюється за допомогою вантажів 11 і 12, які переміщуються по гвинтовій рейці 10.

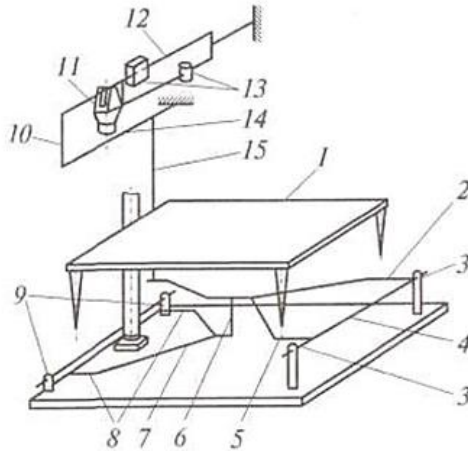


Рисунок 14.1 – Схема товарних пересувних шкальних ваг: 1 – платформа; 2, 5 – вагоприймальна призма великого важеля; 3 – опорна призма великого важеля; 4 – великий підплатформенний важіль; 6, 10 – сполучна сержка; 7 – малий підплатформенний важіль; 8 – вагоприймальна призма малого важеля; 9 – опорна призма малого важеля; 11 – стійка коромисла; 12 – коромисло; 13 – незнімні важки; 14 – передавальний важіль; 15 – тяга, яка складається з великого передаточного важеля.

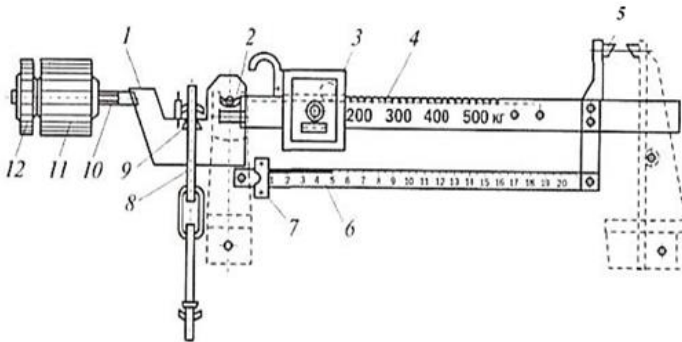


Рисунок 13.2 – Коромисло шкальних ваг: 1 – коромисло; 2, 9 – призми, опорна та передаточна; 3, 7 – незнімні, пересувні важки; 4 – основна шкала; 5 – вказівник рівноваги; 6 – допоміжна шкала; 8 – тяга; 10 – гвинтова рейка; 11, 12 – тарувальні вантажі.

В вагах з рівноважками є тримач рівноважок. Маса рівноважок, які розміщуються на тримачі рівноважок, в 100 раз менша від позначеного на них номінального значення. Для точного зважування використовується нанесена на коромисло шкала з невеликою пересувною гирею.

В циферблатних вагах в якості пристрою відрахування замість коромисла використовується циферблатний пристрій, а важільна система така ж, як у шкалі ваг.

Принцип дії електронних ваг полягає у вимірюванні сили, що виникає під час навантаження вантажоприймальної платформи і дії на первинний датчик, за допомогою перетворення змін, наприклад деформації або частоти коливань пружного елемента, в пропорційний вихідний електричний сигнал. Далі за допомогою аналого-цифрового перетворювача електричний сигнал виводиться на дисплей (індикатор).

Для правильної роботи ваг їх необхідно ставити на тверду основу за рівнем. Стационарні платформові ваги встановлюються на фундаменті так, щоб платформа знаходилась на рівні підлоги приміщення, в якому вони змонтовані.

### 3. Технологічні ваги.

На харчових підприємствах для зважування сипких матеріалів найчастіше застосовується в основному безперервно діючі конвеєрні ваги.

Конвеєрні ваги можуть бути вмонтовані і з автономним ваговим конвеєром.

Вмонтовані конвеєрні ваги представляють собою вагову роликову опору 2, розміщену між двома нерухомими роликовими опорами 1 (рис. 14.3).

Якщо відстань між опорами рівна  $2l$ , то зусилля яке діє на вагову роликову опору, пропорційне масі продукту на ділянці  $l$ .

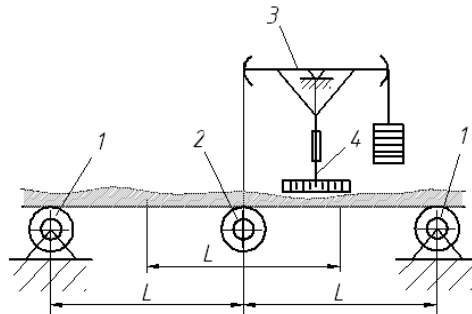


Рисунок 14.3 – Схема вбудованих конвеєрних ваг: 1 – нерухома роликова опора, 2 – вагова роликова опора, 3 – ваговий механізм, 4 – стрілка.

З роликовою опорою 2 зв'язаний ваговий механізм 3, стрілка 4 якого показує миттєве значення погонного навантаження, що відповідає при постійній швидкості конвеєра витраті продукту. Для обрахунку кількості поданого конвеєром матеріалу служать лічильники – інтегратори.

Для встановлення вмонтованих конвеєрних ваг вибирають прямолінійну ділянку конвеєра, при чому до і після ваг повинно бути, як правило, не менше шести рухомих роликів опор з прокладками між ними. Висоту прокладок беруть з таким розрахунком, щоб нахил стрічки з кожної сторони складав 6:1000 відносно опорної поверхні каркаса. При роботі конвеєра з ненавантаженою стрічкою остання не повинна відриватись від четвертої роликової опори в обидві сторони від ваг. Це досягається регулюванням натягу стрічки. Кінцеве встановлення нерухомих роликів опор слід проводити після того, як змонтована вантажопідійомна частина ваг. Стрічка конвеєра, на яку вставляють ваги, повинна бути безшовною і мати рівномірну погонну масу.

Ваги з автономним ваговим конвеєром мають більш високу точність, крім того, їх можна застосовувати і в тих випадках, коли за умовами виробництва виключається можливість монтажу довгих конвеєрів.

## **Лекція 15. Дозуюче обладнання**

- 1. Класифікація дозуючого обладнання.*
- 2. Об'ємні дозатори.*
- 3. Вагові дозатори.*

### **1. Класифікація дозуючого обладнання.**

Основне призначення дозуючих пристроїв – забезпечити задану кількість матеріалу за масою (або дотримання заданої витрати) з відповідною точністю.

За ступенем механізації дозатори поділяються на неавтоматичні, напівавтоматичні і автоматичні.

За структурою робочого циклу дозування буває безперервним або дискретним (порційним), а за способом дозування – об'ємним або ваговим. Для дискретного (порційного) дозування характерне періодичне повторення циклів випуску дози (порції) матеріалу. При дискретному об'ємному способі, дозуюче обладнання вимірює порцію за допомогою мірної камери заданого об'єму. При безперервному об'ємному дозуванні дозатор подає потік матеріалу, який виходить із живильника (автоматично керованого об'ємного дозатора безперервної дії) безперервно зважується, і в залежності від результатів зважування, продуктивність живильника безперервно корегується.

## 2. Об'ємні дозатори.

Об'ємні дозатори широко використовують як для сипких матеріалів, так і для рідких та пастоподібних матеріалів.

Робота об'ємних дозаторів безперервної дії для сипких матеріалів базується на подачі продукту з бункера робочим органом, що здійснює обертовий, поступальний, чи обертово-поступальний рух. На харчових підприємствах широко використовуються барабанні, тарілкові, шнекові, стрічкові і вібраційні дозатори.

Барабанний дозатор (рис. 15.1, а) містить робочий орган 1, який розміщений в корпусі 2 і має декілька кишень, що заповнюються матеріалом під дією сили ваги. При регулюванні продуктивності міняють об'єм кишень або частоту обертання барабана. Із кишень продукт поступає в вихідний патрубок дозатора.

Тарілковий дозатор (рис. 15.1, б) являє собою горизонтальний диск 1 (тарілку), який обертається. З диска матеріал скидається скребком 2, висота шару матеріалу регулюється рухомою манжетю 3, яка перекриває вихідний патрубок бункера. Матеріал розміщується на тарілці з зрізаним конусом, розміри якого залежать від висоти розміщення манжети.

Шнековий дозатор (рис. 15.1, в) являє собою короткий шнек 1 в кожусі 2, який забирає матеріал із бункера. Продуктивність дозатора може регулюватися частотою обертання шнека.

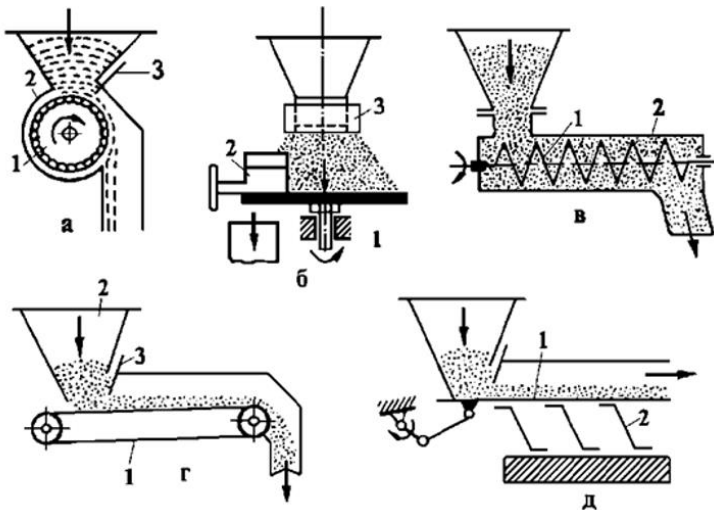


Рисунок 14.1 – Схеми дозаторів сипких матеріалів об'ємного типу: а – барабанний; б – тарілковий; в – шнековий; г – стрічковий; д – вібраційний.

Стрічковий дозатор (рис. 15.1, г) містить короткий стрічковий конвеєр 1, розміщений під живильним бункером 2. Подачу матеріалу можна регулювати переміщенням заслінки 3 або зміною швидкості конвеєра.

Вібраційний дозатор (рис. 15.1, д) має робочий орган у вигляді коливального лотка 1, підвищеного на гнучких опорах 2. При вібрації лотка, сипкий матеріал переміщується в поздовжньому напрямку.

Основні схеми дозаторів об'ємного типу для рідких і пастоподібних матеріалів показані на рис. 15.2.

Дросельний дозатор (рис. 15.2, а) забезпечує формування струменя рідини визначеного січення, який витікає із місткості при відомому напорі. Дросельний дозатор являє собою місткість 1, в якій за допомогою поплавкового клапана 2 підтримується постійний рівень. Рідина зливається по трубопроводі 3, на якому встановлено дросельний пристрій 4. Регулювання витрат можливе за рахунок зміни прохідного січення або величини напору.

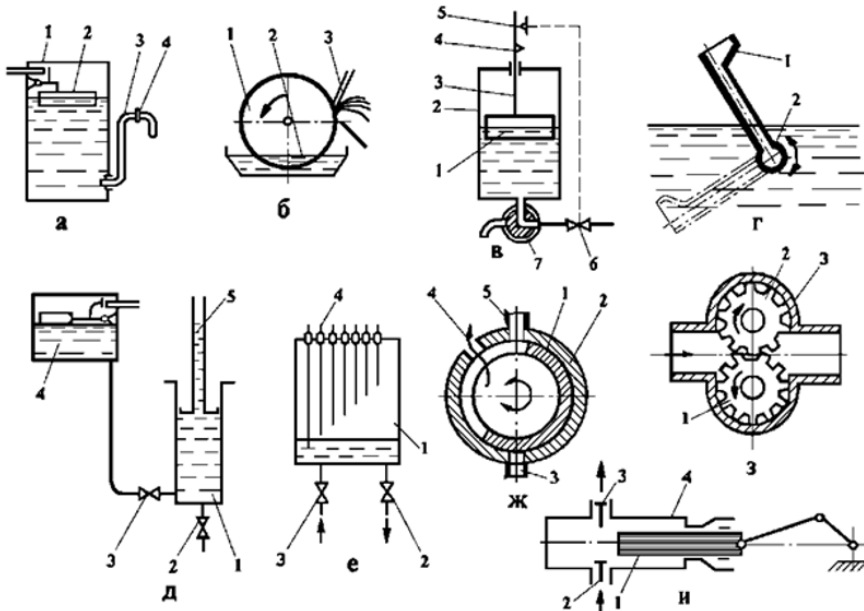


Рисунок 14.2 – Схеми дозаторів об'ємного типу для рідких компонентів: а – дросельний; б – барабанний; в – поплавковий; г – черпаковий; д – фіксованого рівня; е – електродний; ж – стаканчиковий; з – шестеренчастий; и – поршневий.

Барабаний дозатор (рис. 15.2, б) здійснює безперервне дозування рідких компонентів за рахунок формування тонкого шару на поверхні барабана, який швидко обертається. Барабан 1 занурений в місткість 2 постійного рівня на глибину біля 0,3 радіуса барабана, повинен обертатися із швидкістю 2...3 м/с. Прилиплий шар рідини направляється на наступну операцію.

Поплавковий дозатор (рис. 15.2, в) має мірну ємкість 2, в яку рідина поступає через електромагнітний клапан 6 і трьохходовий кран 7. При наповненні місткості поплавок 1 піднімається разом із стержнем 3. Коли відміряна задана порція рідини, контакт 4 замикає ланцюг через нерухомий контакт 5, і електромагнітний клапан 6 закриває доступ рідини. Після повертання крана 7 на 90° проти часової стрілки, відбувається зливання виміряної порції рідини. Зміна дози регулюється переміщенням контакту 4 по стержню.

Черпаковий дозатор (рис. 15.2, г) містить мірні ємкості, які періодично занурюються в рідину в баку постійного рівня. Після заповнення, черпак 1 піднімається і за рахунок гравітації відміряна порція зливається через трубку 2, на якій закріплена мірна місткість. Заданий об'єм регулюється витісно вальними стаканами, які розміщені в середині черпака.

Дозатор фіксованого рівня (рис. 15.2, д) працює за принципом заповнення мірної місткості 1 через впускний клапан 3 до рівня, який відповідає розміщенню рідини в бачку 4 постійного рівня. Зливання дози проводиться через впускний клапан 2. Величина дози регулюється шляхом вертикального переміщення трубки 5.

Електродний дозатор (рис. 15.2, е) використовується для порційного відмірювання електропровідних розчинів. В цьому дозаторі фіксація рівня в мірній місткості 1 здійснюється за допомогою системи електродів 4. Впуск розчину виконується через електромагнітний клапан 3. По мірі заповнення місткості рівень розчину піднімається і доходить до ввімкненого електрода. В цей момент клапан 3 закривається. Зливання дози здійснюється через електромагнітний клапан 2.

Стаканчиковий дозатор (рис. 15.2, ж) містить два основних елементи: стакан 1, який обертається та нерухомий корпус 2. В корпусі виконані отвори 5, 3 і 4 відповідно для подачі компонента, зливу відміряної дози і видалення повітря. При співпаданні паза в стакані з отвором 5 мірна місткість заповнюється рідиною. Після повороту стакана на 180° відміряна доза зливається через отвір 3.

Шестеренчастий дозатор (рис. 15.2, з) має дві шестерні, одна із них (ротор 1) отримує обертання від електродвигуна, друга (замикач 2) – вільна, приводиться в рух першою шестернею. Ротор обертаючись за часовою стрілкою, передає рух замикачу. Коли зуби шестерень виходять із зачеплення, створюється розрідження і відбувається всмоктування рідини в корпус 3. Шестерні захоплюють рідину і переміщують її в напрямку обертання. Коли

зуби знову входять в зачеплення в області нагнітального патрубку, рідина витісняється в нагнітальний трубопровід.

Поршневий дозатор (рис. 15.2, и) містить поршень 1, при русі якого вправо в робочій камері створюється розрідження і рідина через всмоктуючий клапан 2 заповнює камеру. При русі поршня вліво всмоктуючий клапан закривається, поршень тисне в камері на рідинний компонент, який через нагнітальний клапан 3 виштовхується в трубопровід.

### 3. Вагові дозатори.

Вагові дозатори (рис. 15.3) застосовуються при порційному і безперервному дозуванні сипких компонентів. Дозатори періодичної дії засновані, як правило, на використанні квадрантних або важільних вагових механізмів.

У порційному дозаторі для сипких компонентів (рис. 15.3, а) на призмах малого плеча вантажоприймального важеля 4 підвішений бункер 2 із дном 3. Велике плече за допомогою тяг 6, 12 і проміжного важеля 7 пов'язано з циферблатним вказівним приладом 13, на якому встановлені датчики 10 і 11 грубої і точної маси, датчик 9 нульового положення стрілки 8. На великому плечі розташовано також противагу 5.

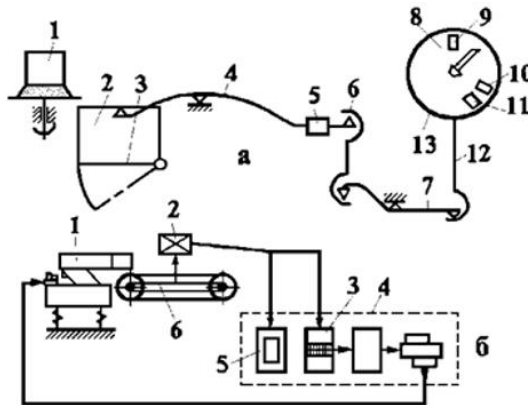


Рисунок 14.3 – Схеми дозаторів вагового типу:

а – порційний дозатор: 1 – живильник; 2 – бункер; 3 – дно бункера; 4 – вантажоприймальний важіль; 5 – противага; 6, 12 – тяги; 7 – проміжний важіль; 8 – стрілка; 9, 10, 11 – датчики нульового положення стрілки, грубої і точної маси; 13 – циферблатний вказівний прилад;

б – дозатор безперервної дії: 1 – живильник; 2 – ваговий пристрій; 3 – реєструючий прилад; 4 – система реєстрації та автоматичного керування; 5 – інтегруючий прилад; 6 – короткий конвеєр.

Керування живильником 1 і виконавчим механізмом відкриття дна бункера проводиться за сигналами датчиків 9...11. При включенні дозатора починає працювати живильник з повною продуктивністю. У міру заповнення бункера стрілка 8, переміщуючись по циферблату, досягає датчика 10 грубого зважування маси, якій переводить живильник в режим малої продуктивності – досипання. Після досягнення точної маси датчик 11 дає команду на вимикання живильника і відкриття дна бункера.

Дозатор безперервної дії (рис. 15.3, б) забезпечує високу точність дозування сипких компонентів при безперервних процесах дозування.

Живильник 1 подає дозуючий продукт на короткий конвеєр 6, що рухається з постійною швидкістю. Маса продукту на конвеєрі безперервно перетворюється ваговим пристроєм 2 в пропорційний електричний або пневматичний сигнал, який надходить в систему реєстрації та автоматичного керування 4, інтегруючий 5 і реєструючий 3 прилади. Ця система забезпечує задану продуктивність живильника.

Системи автоматичного безперервного вагового дозування володіють гнучкістю і добре поєднуються з сучасними засобами комплексної механізації і автоматизації виробництва та мікропроцесорною технікою.

Дозатор МД-100 (рис. 15.4) відноситься до дозаторів періодичної дії і працює за ваговим способом дозування.

Він складається з бункера 18, що спирається трьома призмами 9 на опори, дві з яких розташовані в сережках 13, закріплених на подвійному важелі 12, а одна – в сережці 15, яка з'єднана з малим важелем 17.

Подвійний і малий важелі за допомогою довгої сережки 14 і короткої 16 підвішені до рами 5. Одночасно подвійний і малий важелі через подвійну сережку 7 і тягу 8 з'єднані з ваговим коромислом 2, на якій нанесені поділки, що відповідають масі борошна в бункері. Коромисло укладено в кожух 1, укріплений на підвісці 6.

Пересувною гирею 11 на шкалі коромисла встановлюють задану масу продукту. При цьому коромисло, опускаючись, ртутним переривником 3 замикає ланцюг управління електродвигуном 20. Потім натисканням пускової кнопки КВ замикають ланцюг магнітного пускача МП, який включає електродвигун; останній через редуктор 21 приводить в рух живильний шнек 23, що подає борошно з силосу 22 в бункер автоборошноміра. При досягненні борошном в бункері заданої маси коромисло, приходячи в рівновагу, ртутним переривником розмикає ланцюг магнітного пускача, в результаті електродвигун вимикається, шнек зупиняється, і подача продукту в бункер припиняється. Зважена порція продукту поворотом заслінки 19 направляється в тару. Відкриття заслінки може здійснюватися також автоматично виконавчим механізмом 24.

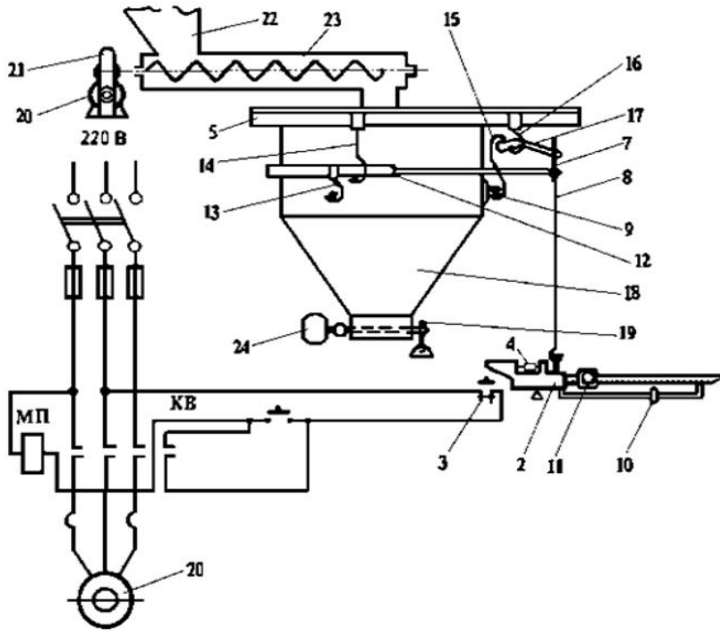


Рисунок 15.4 – Дозатор борошна ваговий МД-100: 1 – кожух; 2 – вагове коромисло; 3 – ргутний переривник; 4 – балансувальна гиря; 5 – рама; 6 – підвіска; 7 – подвійна сержка; 8 – тяга; 9 – призми; 10 – гиря додаткової шкали коригування ваги; 11 – пересувана гиря; 12 – подвійний важіль; 13, 14, 15, 16 – сержки; 17 – малий важіль; 18 – бункер; 19 – заслінка; 20 – електродвигун; 21 – редуктор; 22 – силос; 23 – живильний шнек; 24 – виконавчий механізм відкриття заслінки.

Точність дозування дозаторів цього типу становить  $\pm 2\%$ . Межі зважування у МД-100 від 10 до 100 кг, у МД-200 відповідно від 20 до 200 кг. Для підвищення точності дозування живильний шнек виконується зі змінним кроком, який збільшується в сторону вихідного патрубку, крім того, коригування маси проводиться гирькою 10 додаткової шкали. Балансування вагового коромисла проводиться за допомогою гирьки 4. Якщо при установці пересувної гирьки на нуль коромисло не прийде в рівновагу, то шляхом обертання пересувають на різьбі гирьку 4 в ту чи іншу сторону до тих пір, поки не встановиться рівновага.

## **Лекція 16. Технологічне обладнання для обгортання, пакування і фасування харчових продуктів**

*1. Класифікація обладнання для обгортання, пакування і фасування харчових продуктів.*

*2. Технологічні схеми процесу фасування сипких харчових продуктів та штучних виробів.*

*3. Технологічні схеми процесу фасування рідких і пастоподібних продуктів.*

### **1. Класифікація обладнання для обгортання, пакування і фасування харчових продуктів.**

Випуск виробів в обгорнутому, розфасованому і запакованому виді забезпечує збереження якості харчових продуктів, надає їм привабливого вигляду і підвищує культуру реалізації. В зв'язку з цим перед машинобудуванням стоїть задача розробки конструкцій і виробництво сучасних високопродуктивних обгортальних і фасувальних машин та автоматів.

До числа харчових продуктів, що випускаються в обгорнутому і фасованому вигляді відносяться хлібобулочні і кондитерські вироби, кусковий цукор і цукровий пісок, харчові концентрати і консерви, вино, пиво, тощо.

Пакування здійснюється з метою збереження виробів від впливу вологи, сторонніх запахів і забезпечення санітарно-гігієнічних умов, а також для надання виробам привабливого вигляду.

Залежно від геометричної форми і фізико-механічних властивостей харчові продукти, які випускаються в запакованому вигляді, можна поділити на три основні групи: штучні вироби, сипкі продукти, рідкі і пастоподібні продукти.

Штучні вироби обгортають кожен окремо або по декілька виробів в одну групову загортку. Сипкі продукти фасують в пакети, а пластичні і рідкі продукти фасують в банки і пляшки.

Фасувальні машини (наповнювачі) за способом дозування поділяють на вагові, об'ємні і такі, що наповнюють тару до заданої висоти (рівня). Ваговий спосіб дозування не застосовується в овочеконсервному виробництві. Розрізняють фасувальні машини і за способом переміщення відокремленої порції продукту в тару – гравітаційні, атмосферні, вакуумні, поршневі і комбіновані; за конструктивним оформленням – карусельні і лінійні; за фізико-механічними властивостями продуктів, що розфасовуються, – для сипких, рідких малов'язких і в'язких пластичних.

У відповідності з характером процесів пакування пакувальні машини для харчових продуктів можна розділити на обгортальні, укладальні і фасувально-пакувальні.

В обгортальних і укладальних автоматах пакування здійснюється в два етапи: підготовка продукту до обгортання і обгортання або вкладання продукту в різноманітні матеріали для пакування або коробки.

У фасувально-пакувальних автоматах для сипких продуктів першим етапом пакування є виготовлення пакета або, якщо автомат постачається готовими пакетами, підготовка до наповнення. Другим етапом є наповнення пакета продуктом.

Фасувальні автомати для в'язких пластичних і малов'язких (рідких) продуктів виконують дві операції: відділяють задану кількість (дозу) продукту і подають його в тару.

В якості пакувальних матеріалів і тари застосовуються парафіновий і звичайний папір різної щільності, алюмінієва фольга, целюфан, поліетиленові плівки, картон, пергамент, жерстяні і скляні банки, пляшки.

## **2. Технологічні схеми процесу фасування сипких харчових продуктів та штучних виробів.**

Процес фасування сипких продуктів і штучних виробів зумовлений особливостями взаємних переміщень продукту, пакувального матеріалу і робочих органів машини при виконанні основних операцій: подача заготовки пакувального матеріалу; формування із нього тари (пакета, коробки або пачки), наповнення тари, заробляння (закривання) отвору, через який завантажується продукт в тару.

Широко поширений спосіб постадійного фасування сипких продуктів на роторі, який здійснює дискретний рух (рис. 16.1).

Паперовий, або картонний пакет попередньо виготовляється машиною для виготовлення пакетів.

Готовий пустий пакет 1 спеціальним механізмом подається в гніздо фасувального ротора 2. За час проходження пакета в гнізді фасувального ротора виконуються основні операції: контроль наявності пакета 3, наповнення його продуктом 4; утрясання і трамбування продукту 5; загинання клапанів і нанесення клею 6; притискування і підігрівання клапанів 7 і 8; виштовхування пакета з продуктом з гнізда фасувального ротора і видача пакета на відповідний конвеєр 9 і 10.

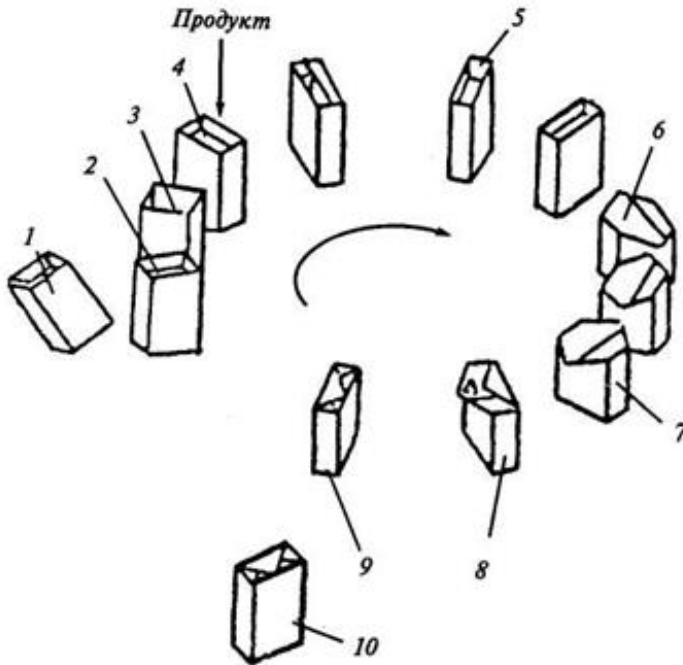


Рисунок 16.1 – Технологічна схема процесу фасування сипучих і дрібноштучних продуктів в машині з операційним ротором.

Другий спосіб передбачає постадійне фасування сипких продуктів на конвеєрі, який має дискретний рух (рис. 16.2). В магазин закладаються готові пакети 1, які вакуумними захватами переносяться, розкриваються і надіваються на завантажувальну воронку 2. Бокова частина воронки розтягує пакет, а механізм притискування щільно притискує його до випускного отвору воронки.

Потім пакет наповнюється продуктом 3 і подається на фасувальний конвеєр. На ньому пакет з продуктом спочатку утрясається обтискується 4. Після цього виконується заправка і оформлення верхньої частини пакета, яка незаповнена продуктом 5. Наноситься клей і виконується перегин верхньої частини кромки пакета 6. Двома нагрітими губками загорнута кромка пакета склеюється, і заповнений пакет подається на конвеєр 7.

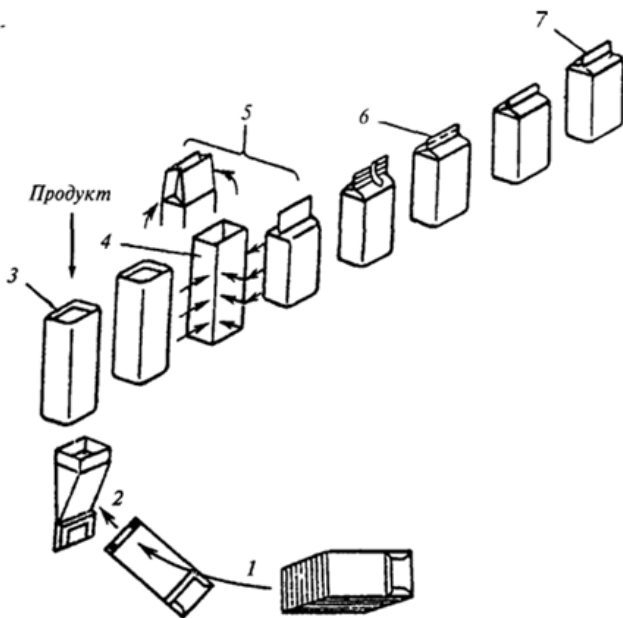


Рисунок 16.2 – Технологічна схема процесу фасування сипучих і дрібноштучних продуктів в машині з операційним конвеєром.

Третій спосіб фасування використовується для сипких продуктів (крупя, сіль, кофе) або дрібно штучних виробів насипом (сушка, макаронні вироби та ін.) в фасувальних машинах з вертикальним пакетоутворювачем, обладнаним підгиначами пакувального матеріалу (рис. 16.3).

Відміряна доза продукту або виробів завантажується приймальною воронкою 1 і подається в формуючий циліндр 2 пакетоформувача. Одночасно стрічка пакувального матеріалу 4, яка заправлена між вертикальною направляючою 3 і формуючим циліндром 2, при протягуванні вниз звертається підгиначами в трубку. Утворений при цьому поздовжній шов притискується і прогрівається вертикальним електронагрівачем 5 до температури 120...130°C. В результаті цього відбувається термічне зварювання поздовжнього шва 6.

Далі трубка пакувального матеріалу притискується горизонтальними губками 7 механізму протягування. В утворений пакет зверху подається виміряна доза сипкого продукту або дрібноштучних виробів. В губках 7 змонтовані нагрівальні елементи, які зварюють пакувальний матеріал з утворенням поперечного шва.

Заповнений продуктом пакет відрізається ножицями 9 посередині шва 8 і готові пакети з продуктом поступають на розвантажувальний лоток машини.

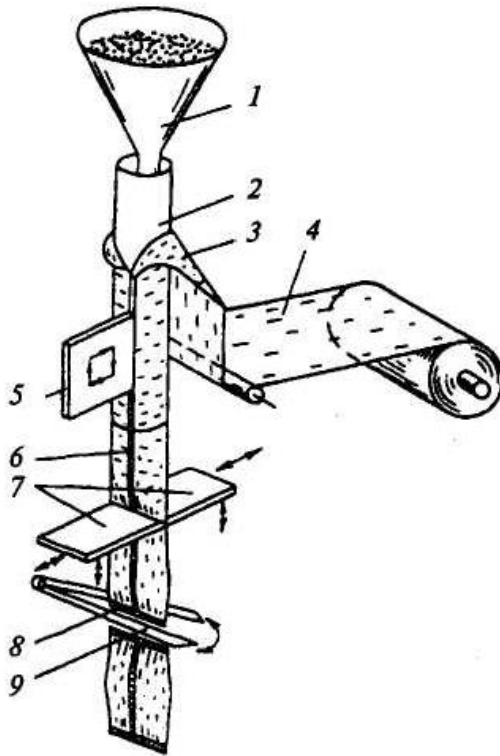


Рисунок 16.3 – Технологічна схема процесу пакування сипкого продукту або дрібноштучних виробів насипом в фасувальній машині з вертикальним пакетоформувавцем.

Дуже перспективним є неперервний спосіб фасування штучних виробів з використанням горизонтального пакетоформувача (рис. 16.4).

Засипані в бункер 6 вироби розподіляються на декілька потоків по жолобчатій поверхні 5, а потім збираються в один потік на віброротку 4. Днище віброротки перфороване, через яке в збірник 3 зсипаються крихти.

Віброротком вироби передаються на диск 2, який безперервно обертається, з розміщеними по периферії комірками 7. Внутрішня поверхня диска конічна, щоб вироби скочувалися в комірочки. При проходженні виробів

над конвеєром 1, який розміщений по дотичній до диска, вони подають на нього і направляються в горизонтальний пакетоформувавч 15.

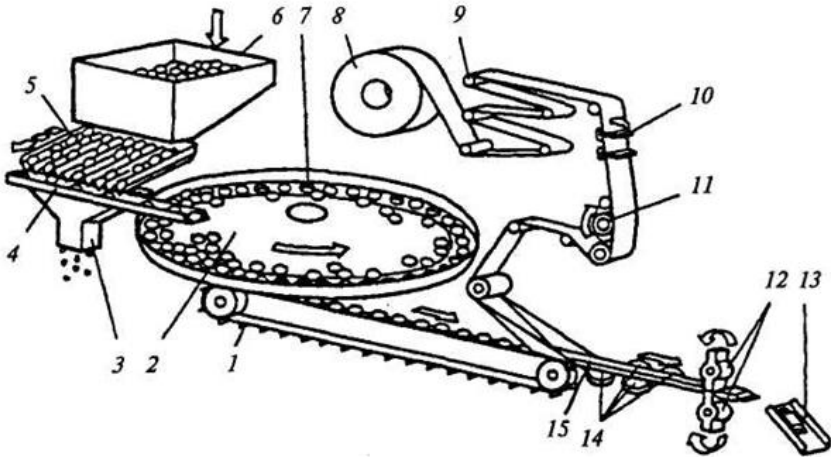


Рисунок 16.4 – Технологічна схема індивідуального або групового пакування штучних виробів в фасувальній машині з горизонтальним пакетоформувавчем.

Стрічка пакувального матеріалу із рулону 8 розмотується за допомогою привідних 11 і підтримуючих 9 роликів. Для орієнтованого розміщення малюнку на стрічці пакувального матеріалу відносно виробу є спеціальні мітки, які через визначені проміжки часу пересікають промінь фотоелемента 10. Сигнали від фотоелемента обробляються блоком інформації, який дає команди на регулювання швидкості розмотування стрічки залежно від переміщення виробів, які подаються на пакування.

За допомогою шляхових підгиначів пакетоформувавча 15 стрічка пакувального матеріалу перетворюється в трубу, в середину якої з конвеєра 1 поступають вироби.

Нагріті ролики 14, які обертаються, зварюють поздовжній шов пакувального матеріалу, а валки 12 – поперечний шов. Валки 12 містять леза, які перерізують упаковку в місці поперечного шва. Упаковані вироби виводяться з машини по лотку 13.

Характер процесу обгортання перш за все залежить від особливостей взаємних переміщень виробу, пакувального матеріалу і робочих органів, які виконують основні операції.

Відомий спосіб обгортання, при якому штучні вироби послідовно подаються на одну позицію, в якій виконуються всі операції обгортання виробу.

При однопозиційному процесі обгортання (рис. 16.5) виріб 4 попередньо орієнтують і розміщують на піднімальному столику 5 підтримувачем 6. На виріб накладається пакувальний матеріал 1 і 3 з нанесеною смужкою 2 клею на зовнішній етикетці 1 (рис. 16.5, а).

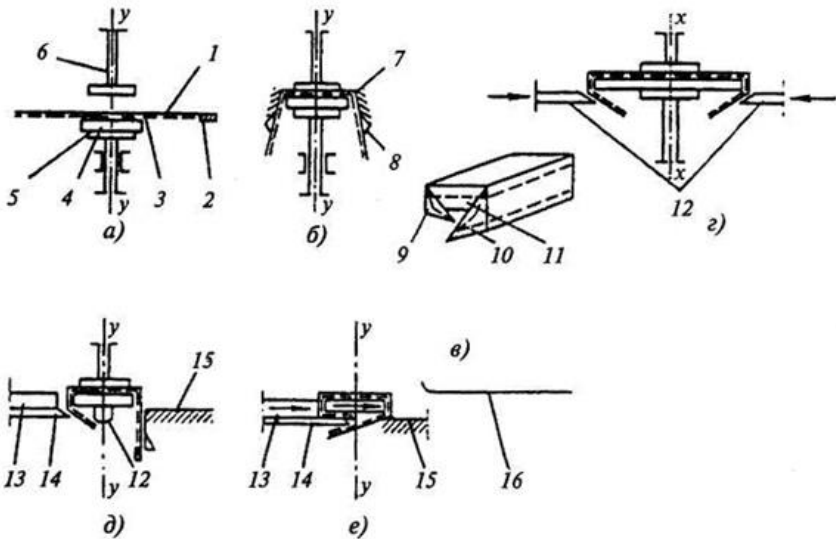


Рисунок 16.5 – Технологічна схема процесу однопозиційного обгортання штучних виробів при дискретному русі.

Потім виріб і пакувальний матеріал, злегка стиснутий піднімальним столиком 5 і тримачем 6, проштовхується через нерухому рамку 7 по розміру виробу. Вона має скоси 8, які злегка підгинають кутники 9 і 10 до сторони (рис. 15.5, б, в). Коли виріб з пакувальним матеріалом пройде через рамку 7, два повзуни 12, рухаючись назустріч один одному, підгинають торцеві загини пакувального матеріалу (рис. 15.5, г). Потім (рис. 15.5, д) піднімальний столик 5 опускається вниз, а повзун 14 підгинає ту сторону пакувального матеріалу, на якій не має смужки клею. При цьому русі виріб підтримується знизу повзунами 12, які починають відходити в сторони. При незакінченому русі повзуна 14 (рис. 16.5, е) повзун 13 зсуває виріб в зазор між нерухомими направляючими 15 і 16. Кромка етикетки з клеєм накладається на протилежний кінець етикетки і приклеюється до нього за час проходження виробу між направляючими 15 і 16.

При другому способі обгортання передбачається поетапне виконання основних операцій. Для цього штучний виріб послідовно проходить через

декілька позицій, в кожній із яких здійснюється одна або декілька основних операцій обгортання.

Виріб 3 (рис. 16.6, а), поданий живильником 1, з накладеним на нього пакувальним матеріалом 4 піднімається вгору піднімальним столиком 2 і тримачем 7. Піднімання виробу вгору до розведених лапок 6 супроводжується обгортанням його з трьох сторін, так як на шляху руху пакувального матеріалу стоять обгортувачі 5 і підгиначі 8. Якщо виріб обгортається з заробленням торців вперекрутку, то виріб знаходиться під серединою пакувального матеріалу, якщо торці обгортаються в кутник, то виріб розміщується несиметрично відносно пакувального матеріалу.

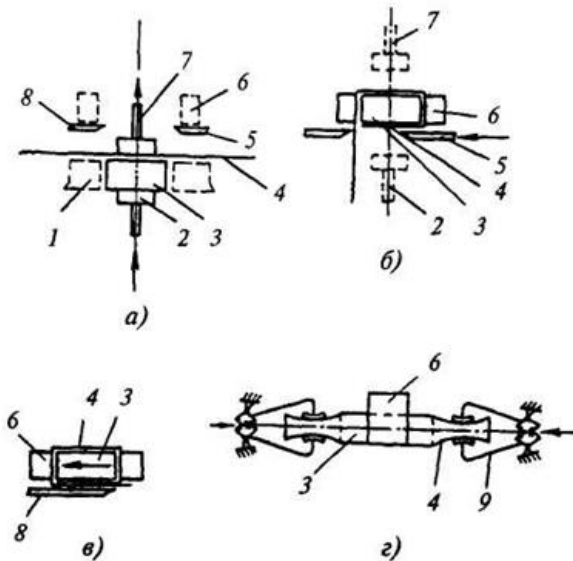


Рисунок 16.6 – Технологічна схема процесу багатопозиційного обгортання штучних виробів при дискретному русі ротора.

Потім виріб затискується лапками 6 (рис. 16.6, б), і підгинач 5, рухаючись вліво, обгортає нижню сторону виробу, в той час, як столик 2 опускається донизу, а верхній тримач 7 піднімається доверху. При незакінченому русі підгиначів 5 повертається обгортальний ротор з виробом, затиснутим в лапках 6. Лівий край пакувального матеріалу 4, зустрічаючись з нерухомим підгиначем 8, накладається на четверту сторону матеріалу (рис. 16.6, в). Загортання кінців здійснюється щипцями 9, які стискають кінці і обертаються (рис. 16.6, г).

### 3. Технологічні схеми процесу фасування рідких і пастоподібних продуктів.

Процес фасування рідких і пастоподібних продуктів обумовлений взаємними переміщеннями фасувального продукту, тари і робочих органів машини при виконання основних технологічних операцій: подача порожньої тари, заповнення тари відміряною дозою продукту закупорювання і герметизація тари, заповненою продуктом.

Підготовлений до фасування продукт надходить у приймальний бачок фасувальної машини, яка виконує дві основні операції: відокремлює задану кількість (порцію, дозу) продукту і подає її в тару. Наявність транспортних пристроїв, механізмів для введення і виведення продукту, автоматичних блокувальних (спостережних) систем, завдяки яким при відсутності тари продукт не подається, сприяє створенню фасувальних машин з високою продуктивністю.

У фасувальних машинах поширене об'ємне дозування або за рівнем. Об'ємний дозувальний пристрій (рис. 16.7) являє собою посудину 1, заповнену рідиною, в якій встановлені одна або кілька мірних посудин 2, внутрішній об'єм яких дорівнює об'єму дози, що подається в тару для її заповнення. Порожниста трубка 3 закінчується пробковим краном 4, під яким знаходиться верхній патрон 5. Банка 6 подається на нижній патрон 7, шток 8 якого переміщується у вертикальному напрямку. У положенні *I* банка занурюється в рідину бачка і наповнюється нею; у положенні *II* закінчується наповнення банки рідиною. Сальникове ущільнення 9 перешкоджає просоченню рідини з посудини.

Під час ходу штока 8 вниз мірна посудина 2 опускається пружиною 10. Поворот триходового крана з положення «закритий» в положення «відкритий» і зворотно здійснюється нерухомим упором, який відхиляє важіль крана 4 при переміщенні його вгору і вниз.

Для нормальної роботи розливного пристрою верхній край мірної посудини при її випорожненні повинен бути піднятий над рівнем рідини в бачку на 15...20 мм.

У розливних пристроях для заповнення тари до заданого рівня роль емкостей, що відміряють необхідну порцію продукту, виконує сама тара.

Клапанний розливний пристрій (рис. 16.8) для заповнення тари до постійного рівня являє собою корпус 2, на який щільно насаджений гумовий патрубок 2. Нижня армована частина патрубка є клапаном, який щільно притискається пружиною 5 до нерухомого сідла-витискувача 3, нагвинченого на нижній кінець тримача 4. В деталі 3 є радіальні й аксіальні отвори для відведення повітря із заповнюваної тари, яке по трубці 6 надходить у простір над рідиною, що міститься в розливному бачку 7.

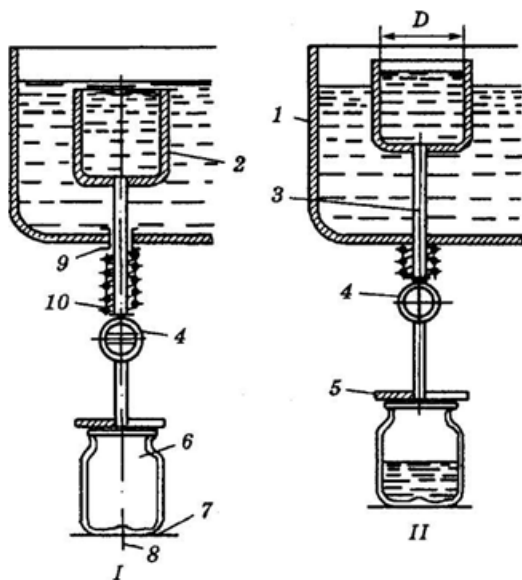


Рисунок 16.7 – Об'ємний дозувальний пристрій.

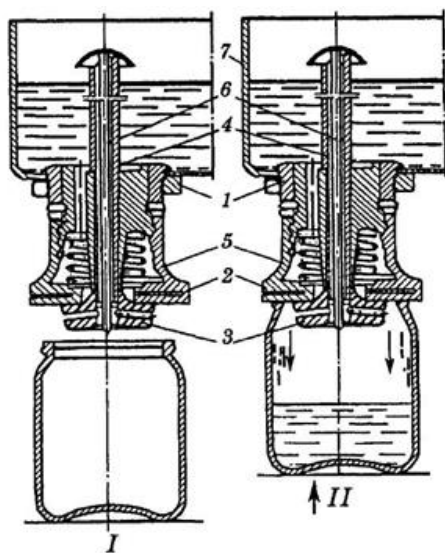


Рисунок 16.8 – Пристрій для дозування за рівнем.

Положення I банку, клапан і сідло займають перед розливанням рідини, а положення II – під час розливання рідини. Кількість рідини у банці, а отже, і її рівень можна регулювати зміною об'єму нижньої частини витіскувача 3.

Наповнені продуктом банки на фасувальних машинах герметично закупорюються на машинах: обкатних (для металевої тари) і закупорювальних (для скляної), які встановлюються в одній лінії і працюють синхронно.

Герметизація металевих банок проводиться шляхом утворення подвійного закаточного шва, що являє собою щільне з'єднання корпусу банки з фланцем кришки, яке складається з п'яти шарів бляхи, з яких три шари утворені кришкою і два корпусом.

Скляні банки закупорюють металевими кришками з гумовими вулканізованими кільцями, виготовленими з каучука.

Для герметизації (закупорювання) пляшок використовують натуральні коркові, композиційні (склеєні), пресовані пробки, корончаті металеві кришки з прокладками із корка або полімерних матеріалів, пробки і капсули із поліетилену. Закупорювання може проводитися з ущільненням по внутрішньому діаметру горла пляшки, з ущільненням по торці горла пляшки, та комбінацією перерахованих вище способів.

Для забезпечення синхронності роботи наповнювачів із закупорювальними машинами створені дозувально-закупорювальні агрегати типу Б4-КАД. Вони призначені для наповнення продуктами різної в'язкості металевих, циліндричних і скляних консервних банок та їх закупорювання. Виконання і комплектація агрегатів залежать від їх призначення, виду фасованого продукту, типу і місткості банок, необхідності маркування останніх, а також потужності технологічної лінії, якщо агрегат входить до її складу.

Особливістю цих агрегатів є привод від одного електродвигуна, що забезпечує синхронність руху банок від наповнювальної каруселі до закупорювальної.

На рис. 16.9 схематично показано загальний вигляд агрегату Б4-КАД-1 для випадку, коли наповнювальний автомат 2 (ДН1-2-250-1) і закупорювальна машина 3 (ЗК8-1-250-02) агрегатовані. Обидві машини змонтовані на загальній рамі 1 і з'єднані між собою карданним валом 4.

Для фасування молока і молочних продуктів у картонну тару використовують автомати, які поділяються на дві групи. У першій з них тара у вигляді тетраедра або паралелепіпеда формується безпосередньо в автоматі шляхом термозварювання матеріалу, що знаходиться у вигляді рулону. Автомати другої групи упаковують молочні продукти в прямокутні коробки, що формуються в машині зі спеціальних висічок. Висічки виготовляють на спеціальному устаткуванні картону, покритого з двох сторін поліетиленом.

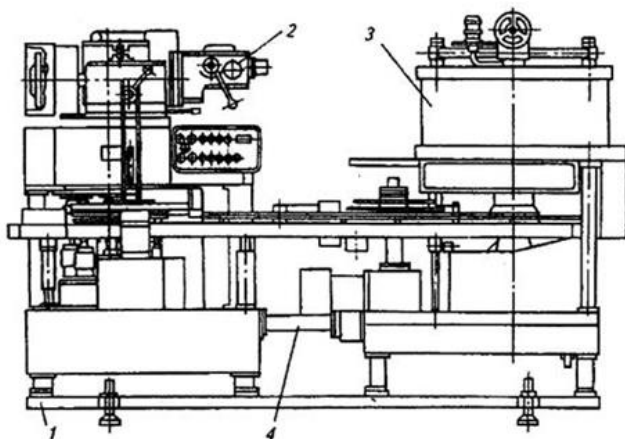


Рисунок 16.9 – Дозувально-закупорювальний агрегат Б4-КАД-1: 1 – рама, 2 – наповнення з автомат, 3 – закупорювальна машина, 4 – карданний вал.

Схема утворення пакетів на автоматах типу «Тетра Пак» показана на рис. 16.10.

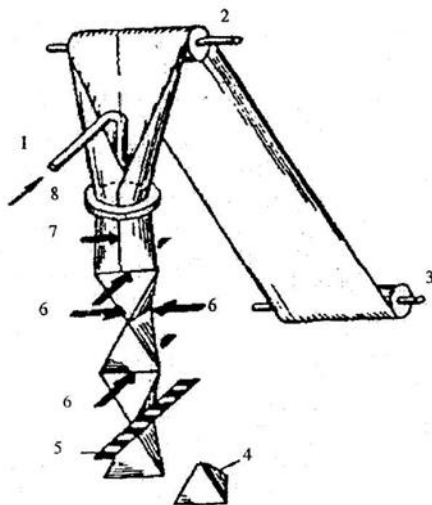


Рисунок 16.10 – Схема утворення пакетів з молоком на автоматах типу "Тетра Пак": 1 – трубопровід подачі молока; 2 – верхній напрямний ролик; 3 – рулон стрічки пакувального паперу; 4 – пакет з молоком; 5 – пристрій для

різання; 6 – пристрій зварювання поперечного шва; 7 – пристрій зварювання поздовжнього шва; 8 – пристрій для утворення труби з пакувального матеріалу.

Пакувальний папір з рулону 3 через ролик 2 подається у формо утворювач 8, де згортається в незамкнуту утворюючу трубу. За допомогою нагрівача 7 і притискного ролика в пристрої на паперовій трубі виконується поздовжній зварений шов.

При подальшому протягуванні паперової труби, вона перетискається затисками 6 в двох діаметрально протилежних напрямках і зварюється поперечним швом.

У цей момент усередину труби подається молоко, рівень якого підтримується на 80...120 мм вище другої пари затискачів. Міцність пакета визначається відстанню між двома сусідніми парами затискачів. Пристрій для різання 5 розрізає отриману заготовку на окремі пакети 4, подає їх на вловлювач і далі на укладання в кошики. Точність дозування автоматів даного типу  $\pm 3\%$ .

У теперішній час на заводах поширення одержали фасувально-пакувальний автомат М6-ОРЗ і його модифікації, а також автомати італійської фірми «АКМА».

Технологічна схема автомата М6-ОРЗ-Е приведена на рис. 16.11. Формувально-розливний вузол складається з рулонотримача, на якому встановлений рулон плівки; пристрою для вирівнювання і натягу плівки; друкувального пристрою; рукавоутворювача; механізму поздовжнього зварювання, поршневого дозатора; механізму зварювання і відрізання пакетів. Стерилізація поверхні плівки здійснюється бактерицидною лампою.

Автомат здійснює наступні операції: розмотує плівку з рулону 1, наносить на плівку дату і код заводу, проводить бактерицидну обробку плівки, формує з неї рукав, зварює поздовжній і поперечний шов, наповнює пакет продуктом, підсмоктує з пакета повітря, зварює другий поперечний шов і одночасно відрізає пакет і відводить його на транспортер. Транспортер через бункер 13 подає пакети в ящик 14.

Опорою при зварюванні поздовжнього шва служить формувальна труба 7, до якої плівка притискається зварювальною головкою 8 з нагрівальним елементом. У нижній її частині розміщені пружні розпірки, що додають рукавові форму, зручну для поперечного зварювання, і запобігають утворення складок на поперечному шві.

До верхньої частини формувальної труби підведена трубка 6 від вакуумного пристрою. Через неї з формувальної труби і пакета відсмоктується повітря.

Дозування продукту в автоматі здійснюється поршневим дозатором 5, що оснащений всмоктувальним і нагнітаючим клапанами. Порція продукту з

дозатора по дозувальній трубці 9 подається в пакет. Дозувальна труба поміщена у формувальну трубу.

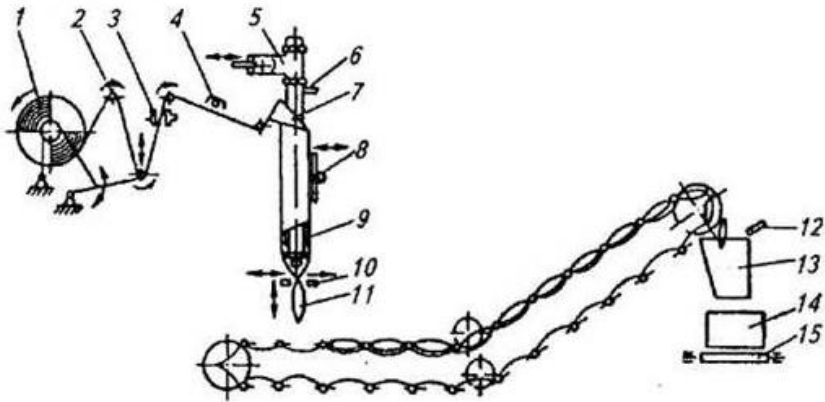


Рисунок 16.11 – Технологічна схема автомата М6-ОРЗ-Е: 1 – рулон поліетиленової плівки; 2 – направляючі валики; 3 – печатний механізм; 4 – бактерицидна лампа; 5 – поршневий дозатор; 6 – трубка відсмоктувача повітря; 7 – рукавоутворювач; 8 – механізм поздовжнього зварювання; 9 – дозувальна трубка; 10 – механізм поперечного зварювання і відрізання пакета; 11 – готовий пакет; 12 – фотоелемент; 13 – бункер; 14 – ящик для пакетів, 15 – транспортер, що відводить ящик з пакетами.

Механізм зварювання поперечного шва 10 має дві губки – зварну і притискну. Їхній стиск забезпечується пневмоциліндром. До губки, що зварює, прикріплений електронагрівальний елемент, до натискної – гумова прокладка. Для охолодження під час роботи до зварювальної і притискної губки подається вода. Механізм зварювання поперечного шва здійснює також протягування поліетиленового рукава на довжину одного пакета.

Привід транспортера пакетів – пневматичний із храповим механізмом, транспортера ящиків з готовою продукцією – електродвигуном через редуктор.

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Технологічне обладнання харчових виробництв : навч. посібник / В. І. Теличкун, Ю. С. Теличкун, О. О. Губеня, С. В. Стефанов, С. Т. Дамянова. – Київ: Сталь, 2023. – 634 с.
2. Інноваційне обладнання м'ясопереробних виробництв: Підручник / О.М. Чепелюк, О.М. Гавва, І.Г. Бабанов, О.О. Чепелюк, С.Д. Беседа, О.І. Бабанова, В.М. Мусійчук - К.: Видавництво «Сталь», 2021. - 805 с.
3. Технологічне обладнання підприємств по переробці м'яса та молока: опорний конспект лекцій/Тищенко В.І. - Суми, 2023. – 104 с.
4. Процеси і апарати. Механічні та гідромеханічні процеси: Підручник / В. С. Бойко, К. О. Самойчук, В. Г. Тарасенко, В. О. Верхованцева, Н. О. Паляничка, Є. В. Михайлов, О. О. Червоткіна. – Київ : ПрофКнига, 2021. – 468 с.
5. Михайлов В. М., Шевченко А. О., Прасол С. В., Маяк О. А. Процеси і апарати харчових виробництв. Ч. 2. Теплообмінні процеси: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за спец. 181 «Харчові технології». Харків: ДБТУ.153 с.
7. Сай В.А. Технологічне обладнання харчових виробництв (Курс лекцій). Електронний посібник. Довідка № 20. Луцьк: Луцький НТУ, 2018.
8. Romeo T. Toledo, Rakesh K. Singh, Fanbin Kong. Fundamentals of Food Process Engineering (Food Science Text Series) 4th ed. 2020 Edition. Hardcover. 465 pages. ISBN-10: 3319900978, ISBN13: 978-3319900971. <https://www.amazon.com/Fundamentals-Food-Process-Engineering-Science/dp/3319900978>

1.

## Зміст

Передмова.....	3
1. Лекція 1: Загальні відомості про технологічне обладнання для переробки сировини і напівфабрикатів.....	4
2. Лекція 2: Технологічне обладнання для очищення сировини від сторонніх домішок.....	9
3. Лекція 3: Технологічне обладнання для миття сировини і тари.....	13
4. Лекція 4: Технологічне обладнання для сортування сировини.....	21
5. Лекція 5: Технологічне обладнання для очищення, стерилізації і протирання сировини.....	33
6. Лекція 6: Технологічне обладнання для переробки сировини і напівфабрикатів розділенням .....	41
7. Лекція 7: Технологічне обладнання для розділення рідинних харчових продуктів .....	57
8. Лекція 8: Технологічне обладнання для перемішування та отримання однорідних мас.....	72
9. Лекція 9: Технологічне обладнання для формування та пресування.....	94
10. Лекція 10: Технологічне обладнання для проведення процесів теплообміну при обробці сировини і напівфабрикатів.....	107
11. Лекція 11: Технологічне обладнання для проведення процесів екстракції, перегонки і ректифікації .....	124
12. Лекція 12: Технологічне обладнання для випічки і теплової обробки харчових продуктів .....	134
13. Лекція 13: Технологічне обладнання для теплової обробки фасованих харчових продуктів.....	145
14. Лекція 14: Вагове обладнання .....	153
15. Лекція 15. Дозуюче обладнання .....	158
16. Лекція 16. Технологічне обладнання для обгортання, пакування і фасування харчових продуктів .....	165
Використана література.....	179

T38

Технологічне обладнання галузі [Текст]: Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Харчові технології» галузі знань 18 Виробництво та технології спеціальності 181 Харчові технології денної та заочної форм навчання / уклад. В. Сай. Луцьк: ЛНТУ, 2024. – 181 с.

Комп'ютерний набір та верстка: В. Сай

Підп. до друку 2024 р.  
Формат 60×84/16. Папір офс. Гарн. Таймс.  
Ум. друк. арк. \_\_\_\_ . Обл.-вид. арк. \_\_\_\_  
Тираж . Зам. №

Інформаційно-видавничий відділ  
Луцького національного технічного університету  
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75  
Друк – ІВВ ЛНТУ

